GAZ I WODA

MIESIĘCZNIK, ORGAN ZRZESZENIA GAZOWNIKÓW I WODOCIĄGOWCÓW POLSKICH, ZWIĄZKU GOSPODARCZEGO GAZOWNI I ZAKŁADÓW WODOCIĄGOWYCH W PAŃSTWIE POLSKIEM ORAZ POLSKIEGO KOMITETU TECHNIKI SANITARNEJ I HIGJENY MIAST.

REDAKTOR: DR INŻ. JAROSŁAW DOLIŃSKI — SEKRETARZ REDAKCJI: INŻ. JÓZEFA CZAPLICKA
SIEDZIBA REDAKCJI I ADMINISTRACJI: KRAKÓW, GAZOWNIA MIEJSKA — TEL. 152-05. — P. K. O. 406.678 KRAKÓW.

R. XV | CZERWIEC 1935 | NR. 6

XVII ZJAZD GAZOWNIKÓW i WODOCIĄGOWCÓW POLSKICH W BYDGOSZCZY i INOWROCŁAWIU

25—28/VI 1935

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

NR. 6. ROK XV. GAZ I WODA CZERWIEC 1935

Inż. BRONISŁAW KLIMCZAK

75-cio lecie Gazowni Miejskiej w Bydgoszczy.

Gazownia bydgoska, uruchomiona w r. 1860, jest jedną z najstarszych na ziemiach Polski. Patrząc na całokształt rozwoju w tym czasokresie, stwierdzamy, że rozwój był ściśle związany z rozwojem i historją miasta. Gazownia bydgoska z początków skromnych rozwinęła się na poważną placówkę przemysłową, spełniającą w granicach obecnej zachodniej Polski przodującą i poważną rolę dzięki zapobiegliwości i należytemu zrozumieniu korporacyj miejskich, prezydentów miasta i szczęśliwemu doborowi kierownictwa, które w ciągu tego okresu 75-lecia, śledząc postępy techniki, praktyczne nowości stosowało w gazowni we właściwym czasie i przez to tworzyło podstawy rozwoju. Poszczególne działy i części urządzeń fabrycznych powstawały i ustępowały miejsca nowszym w miarę technicznego postępu, względnie udoskonalenia zdolności wytwórczej.

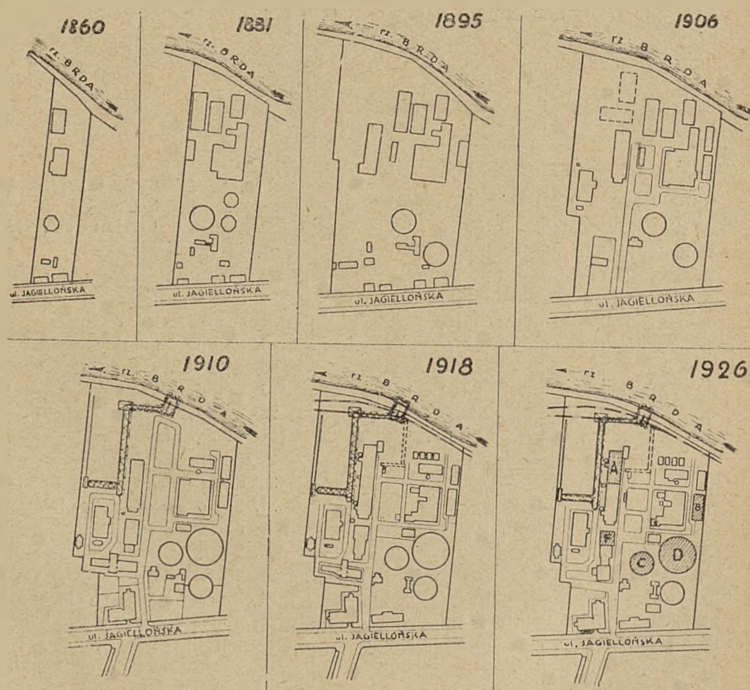
W r. 1858 Komisja pod przewodnictwem radcy miejskiego Karola Frankego za przykładem Gdańska i Poznania, w których wybudowano gazownie, postanowiła wprowadzić oświetlenie gazowe w Bydgoszczy.

W r. 1859 ówczesny burmistrz Foller przeprowadził uchwałę, na podstawie której wypuszczono obligacje miejskie na 100 000 talarów, wybrano teren we wschodniej części miasta nad rzeką Brdą (rys. 4) pod gazownię, wybudowano urządzenia fabryczne kosztem 77 800 talarów i zainstalowano 285 latarń ulicznych. W roku 1861 zużycie gazu wynosiło 8,3 m^3 rocznie na mieszkańca. Aż do roku 1880 służył gaz świetlny tylko do oświetlenia; później rozpoczęło się zużycie gazu do gotowania i do motorów, tak, że pod koniec r. 1906 liczba motorów zasilanych gazem wynosiła 34 sztuk o łącznej sile 275 KM.

Rozwój gazowni. W roku 1860 gazownia zajmowała obszar 7 800 m^2, w ciągu dalszych lat przechodziła kilka faz rozwojowych (rys. 1), w czasie wybuchu wojny światowej teren powiększył się na 32 000 m^2, obecnie wynosi 73 368 m^2 (rys. 2). Część tego terenu wydzierżawiają Wodociągi i Kanalizacja oraz Urząd Budowli Podziemnych. W budynku administracyjnym, wybudowanym w r. 1905, mieszczą się biura gazowni, wodociągów i kanalizacji, sala pokazowa, stacja wodomierzy, świetlica i czytelnia pracowników gazowni oraz dwa mieszkania służbowe; tuż obok znajdują się 4 domy czynszowe, należące do gazowni, w których zamieszkują urzędnicy gazowni i wodociągów; w głębi stoją 2 domy dla gazmistrzów, przebudowane w roku 1927.

Urządzenie do transportu węgli. Do wytwarzania gazu używano dwojakiego rodzaju węgla: w $^1/_3$ części węgla górnośląskiego, a w $^2/_3$ węgla angielskiego. Celem łatwiejszego transportu węgli śląskich wybudowano po roku 1890 własną bocznicę, która prowadzi od głównej stacji do gazowni. Celowość takiej bocznicy tłumaczy fakt, że już w r. 1909 nadeszło i wyszło z gazowni 1 219 wagonów o łącznym ładunku 17 544 tonn. Od bocznicy powyższej poprowadzono odnogę, tak, że wagony są wyładowywane bezpośrednio przy piecowni lub wprost do łamacza węglowego.

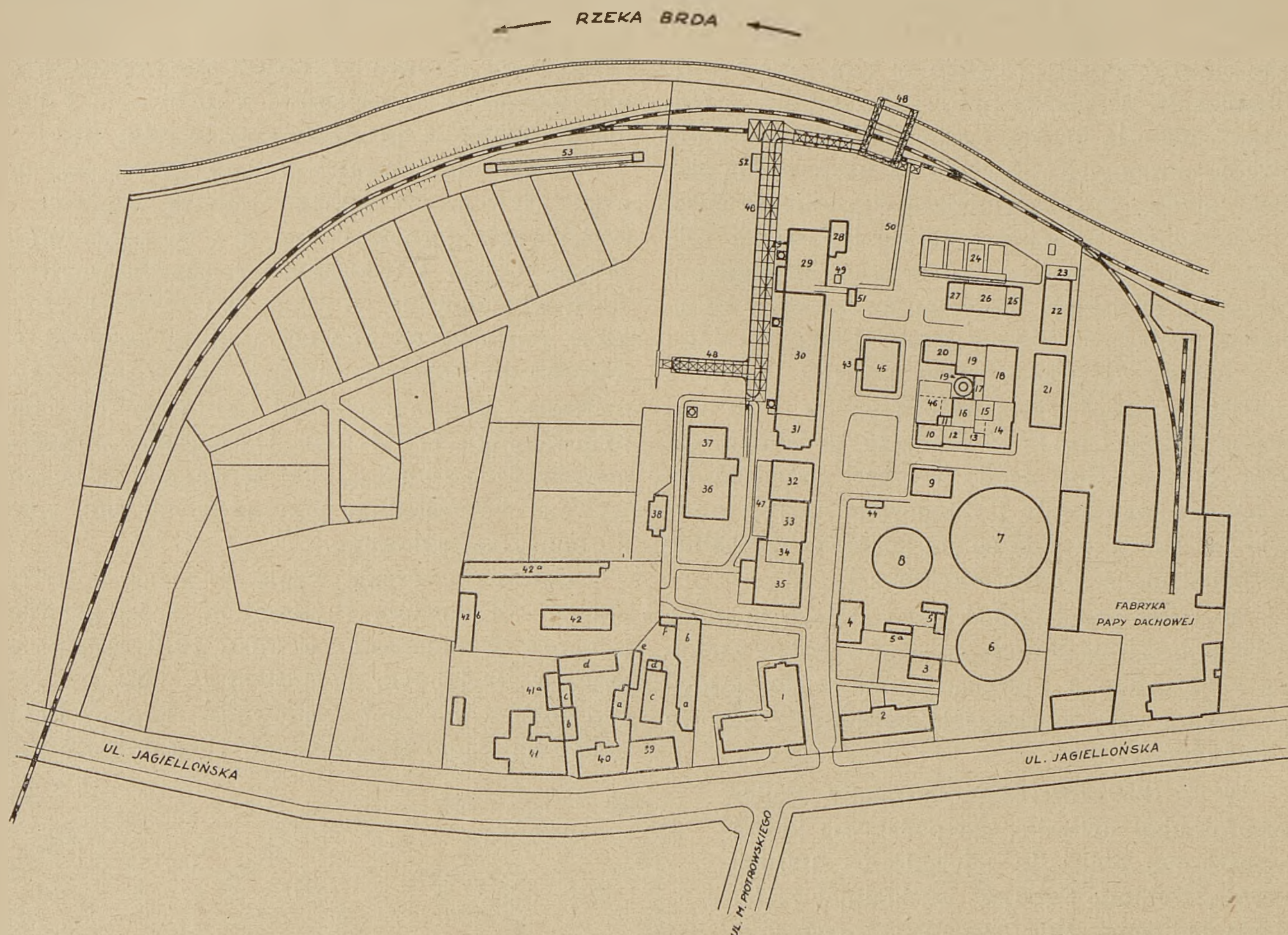
Celem rozwożenia węgla po placu, dostarczenia go do łamacza i elewatora, wyładowywania z barek, wybudowano w roku 1910 kolejkę wiszącą z ruchomym pomostem o napędzie elektrycznym, z wózkami o ładowności 1 tonny i automatyczną wagę. Energję, potrzebną do poruszania



Rys. 1. *Rozwój Gazowni Bydgoskiej.*

kolejki, do uruchomienia łamacza węgla, elewatora, oraz wszelkich innych maszynowych urządzeń, czerpie gazownia z własnej centrali elektrycznej, wybudowanej w roku 1906, w której wytwarza się prąd stały o napięciu 220 V za pośrednictwem dwóch silników o mocy 100 i 30 KM. Wytworzony prąd idzie bezpośrednio na linję albo też magazynuje się go w baterji akumulatorów o sprawności 360 amperogodzin przy jednorazowem maksymalnem wyładowaniu 72 amperów.

Węgiel jest magazynowany na placu, skąd ładuje się do łamacza węgla, elewatorem zabiera się węgiel do góry nad piecownię, do zasobników o pojemności 120 tonn.



Rys. 2. *Plan Gazowni Bydgoskiej w r. 1935.*

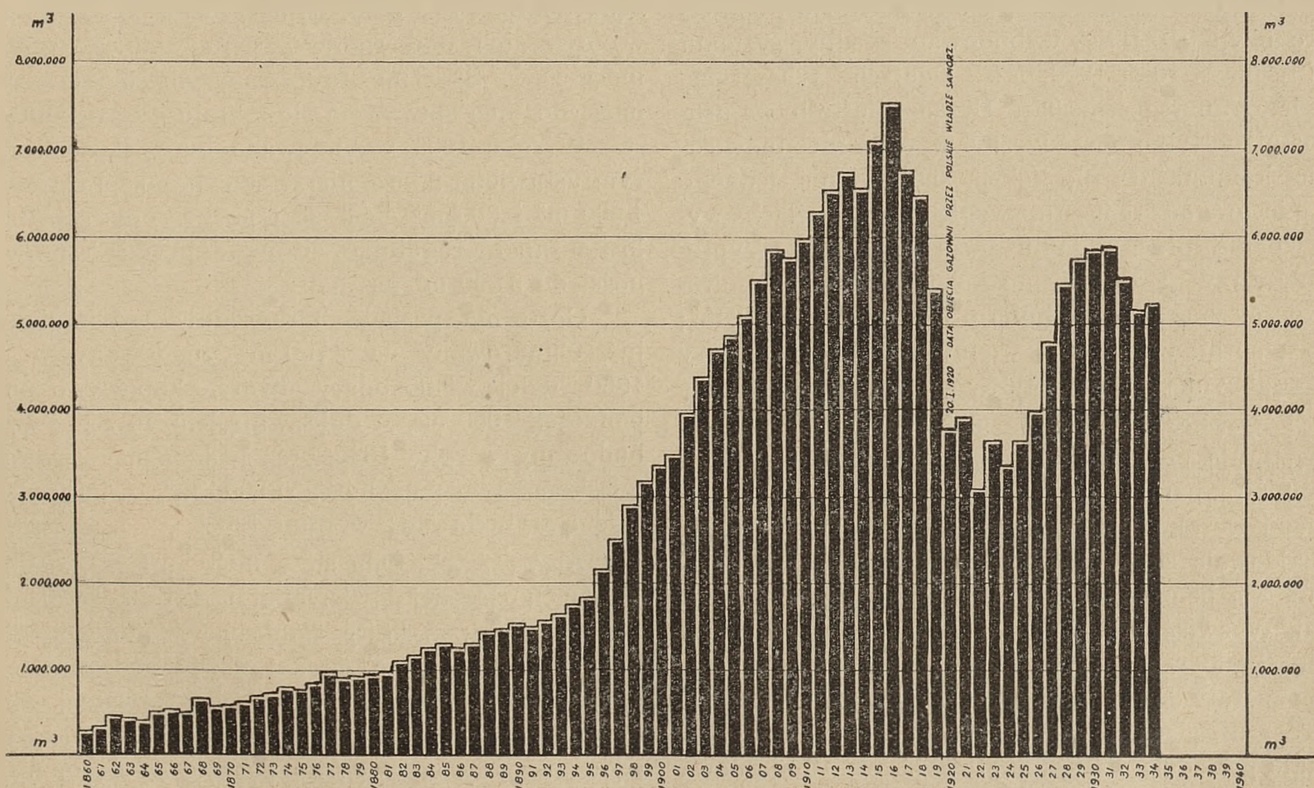
OBJAŚNIENIA :

1. Budynek administracyjny
2. Dom dla urzędników
3. Dom dla piecomistrza
4. Dom dla gazmistrzów
5. Budynek gospodarczy
5 a. ,, ,,
6. Zbiornik gazowy poj. 9 000 m³
7. ,, ,, ,, 15 000 m³
8. ,, ,, ,, 2 750 m³
9. Zegarownia
10. Benzolownia
11. Smołownia
12. Rektyfikacja benzolu
13. Stolarnia
14. Warsztat mech. ruchu wewn.
15. Akumulatornia
16. Jadalnia dla robotników
17. Umywalnia dla robotników
18. Elektrownia
19. Kotłownia
19 a. Komin kotłowni
20. Amonjakalnia
21. Magazyn główny
22. Szopa regenerac masy czyszcz
23. Szopa destylacji smoły
24. Oczyszczalniki
25. Pompy do smoły
26. Aparatownia
27. Chłodnia gazu
28. Brykietownia
29. Piecownia
29 a. Komin piecowni
30. Stara piecownia z 2 kominami
31. Biuro gazmistrzów, laboratorjum, garaże i wieża ciśnień
32. Fabryka gazu wodnego
33. Warsztat mech. ruchu zewn.
34. Biuro werkm., stacja badań gazom.
35. Stacja pomp kanał. -- nowa
36. ,, ,, ,, — stara
37. Kotłownia i komin kanal. i wodoc.
38. Łaźnia
39. Dom mieszkalny, ul. Jagiellońska 50
39 a, b. Warsztaty mechaniczne
39 c. Oficyna mieszkalna
39 d. Pralnia
39 e. Komórki
39 f. Szopa drewniana
40. Dom mieszkalny, ul. Jagiellońska 52
40 a. Oficyna mieszkalna
40 b. ,, ,,
40 c. Komórki
40 d. Szopa kanal. i wodoc.
41. Dom mieszkalny, ul. Jagiellońska 54
41 a. Oficyna mieszkalna
42. Biuro R. Z. kanal. i naprawa wodom.
42 a, b. Szopy kanal., wodoc. i oddz. drog.
43. Waga wozowa
44. Szopa na rowery
45 –47. Doły na smołę i wodę amon.
48. Transporter węgla
49. Dźwig pionowy elektr.
50. Pomost do transportu koksu
51. Sortownia koksu i dźwig skośny
52. Waga wagonowa
53. Strzelnica małokalibrowa

Piecownia. Jak daleko sięgnąć okiem w historję gazowni, widzi się dążenia w kierunku ciągłych ulepszeń i zastosowania najnowszych zdobyczy technicznych przy projektowaniu i budowie pieców. Wszystkim kierownikom gazowni przyświecała jedna myśl: ażeby przy małem zużyciu węgla i podpału oraz niskich kosztach robocizny uzyskać największą wydajność gazu z 1 kg węgla.

Wspomniane na początku fazy rozwojowe gazowni odnoszą się ściśle do historji samej piecowni. W pierwszych latach uruchomienia gazowni, posiadała piecownia jeden piec o 9 retortach, dwa piece o 7 retortach i jeden piec o 4 retortach poziomych. Piecownia mieściła się tam, gdzie dzisiaj jest centrala elektryczna. Wydajność ze 100 kg węgla wahała się od 25 ÷ 30 m³. Ponieważ z biegiem czasu oddanie gazu szybko wzrastało (rys. 3), tak, że w roku 1882/83 wynosiło 1 000 000 m³, w roku 1895/96 2 000 000 m³, w roku 1898/99 3 000 000 m³, w roku 1902/3 4 000 000 m³ i t. d., przeto co pewien okres trzeba było przebudowywać stare piece, dobudowywać nowe, oraz zakupywać nowe tereny pod rozbudowę gazowni. W latach 1900 ÷ 1904 wybudowała gazownia na nowem miejscu 5 pieców pełno-generatorowych systemu Hasse-Didier po 9 retort poziomych o ładunku retorty 260 kg i możliwości produkcji 9 000 m³ na dobę. W roku 1905 buduje się dalszych 5 pieców półgeneratorowych systemu Cozego po 9 retort pochyłych o ładunku retorty 330 kg i możliwości produkcji 12 500 m³ na dobę. W roku 1910 czyli w pięćdziesięciolecie swego istnienia posiadała gazownia 5 pieców z retortami poziomemi i 5 pieców z retortami pochyłemi, czyli 10 pieców o łącznej dobowej produkcji około 20 000 m³. Wydajność dochodziła do 32 m³. Do obsługi potrzeba było w lecie 14, a zimą 16 ludzi na dwie zmiany po 12 godzin. W listopadzie 1913 roku przystąpiła firma Dessauer - Vertikal - Ofen - Gesellschaft do budowy 3 pieców po 18 retort pionowych, o ładunku retorty 1 750 kg. Wszystkie te piece były wyposażone w nowoczesne urządzenia do załadowywania węgla i wyładowywania koksu, jak: ruszty hydrauliczne, maszyny wrzutowe, łamacze węgla, elewatory, rynna Brouvera.

Tak w ciągu początkowych pięćdziesięciu lat uległa gazownia czterokrotnej rozbudowie i to w latach 1881, 1895, 1904 i 1910. Najlepiej wykazuje to poniżej zestawiona tabela, podająca roczne możliwości produkcji, rozszerzanie się terenu ga-



Rys. 3. *Produkcja gazu w Gazowni Bydgoskiej.*

zowni i ilości m³ gazu osiąganych przy 1 m² powierzchni terenu:

		Powierzchnia m²	Produkcja roczna m³	Na 1 m² powierzchni wyprodukowano gazu m³
Pierwsza budowa	1860÷1880	7 800	od 275 000 do 952 000	35÷122
I rozbudowa	1881÷1895	15 700	od 977 000 do 1 830 000	62÷116
II rozbudowa	1896÷1903	29 000	od 2 151 000 do 4 400 000	74÷152
III rozbudowa	1904÷1909	30 000	od 4 700 000 do 5 800 000	157÷193
IV rozbudowa	1910÷1914	32 000	od 5 900 000	184÷250

W roku 1914 wybuchła wojna światowa, która wprawdzie z początku nie wpłynęła na zahamowanie produkcji gazu (w roku 1916 największe oddanie 7 517 730 m³), ale wstrzymała dalszą rozbudowę i modernizację piecowni.

Aparatura gazu wodnego. Prócz pieców do wytwarzania gazu mieszanego posiada gazownia urządzenie do wytwarzania gazu wodnego o dobowej produkcji 10 000 m³, wybudowane według systemu Pintscha w roku 1908 przez Deutsche Wassergas-Beleuchtungsgesellschaft. Urządzenie to bywa uruchamiane tylko sporadycznie w razie nieodpowiedniej konjunktury dla koksu, odstawienia jednego z pieców do remontu, względnie w celach wyrównania przy oddaniu gazu na miasto. Wyprodukowany gaz wodny magazynuje się w obmurowanym zbiorniku wodnym o pojemności 2 750 m³; ze zbiornika tego gaz wodny przechodzi do rury produkcyjnej gazu węglowego przed aparatownią.

Aparatownia. Wraz z przebudową pieców postępowała przebudowa i dostosowanie do nowych potrzeb aparatowni. Stara aparatownia, powiększona w roku 1894 na sprawność 20 000 m³ gazu, znajdowała się w budynkach, gdzie obecnie znajduje się benzolownia, stolarnia i warsztat ślusarski. W związku z budową nowej piecowni przebudowano w roku 1908 aparatownię, dostosowując aparaty do produkcji dobowej 30 000 m³ (rys. 9). Prócz urządzeń do chłodzenia i oczyszczania gazu, jakie posiadała stara aparatownia, otrzymuje nowa aparatownia jeszcze płóczkę naftalenową oraz dwa dodatkowe chłodniki. Wszystkie aparaty stoją na wysokich fundamentach, tak, że podłoga sporządzona z dziurkowanej blachy przepuszcza światło do piwnicznej części aparatów, która jest przestronna, dobrze oświetlona i łatwo dostępna. Chłodniki powietrzne i jeden wodny znajdują się w oddzielnem pomieszczeniu. Napęd dla dwóch ssaków, płóczki naftalenowej oraz płóczki amonjakalnej rotacyjnej otrzymuje nowa aparatownia z 17-to konnej maszyny parowej lub rezerwowego silnika elektrycznego, umieszczonych w murowanej przybudówce obok aparatowni. Wybudowane jeszcze w roku 1895 oczyszczalniki w murowanym budynku (gdzie dzisiaj znajduje się magazyn), dostosowane do maksymalnej produkcji 18 000 m³, służyły początkowo do oczyszczania gazu otrzymywanego ze wszystkich systemów pieców, aż do retort pionowych włącznie. Uległy one jedynie przebudowie w roku 1907, a mianowicie wbudowano nowy system, stosując zasadę rozdziału gazu. Dopiero po wybudowaniu nowej aparatowni, wybudowano w roku 1917 nowe oczyszczalniki, t. j. 4 skrzynie o powierzchni 49÷50 m² i głębokości 1,30 m, stojące na wolnem powietrzu. Ustawienie skrzyń na wolnem powietrzu motywowano tem, że wolnostojące zbiorniki wodne pracują dobrze w naszym klimacie, zatem i skrzynie wolnostojące będą dobrze pracowały, tem bardziej, że zastosowano w nich ogrzewanie basenu wodnego zapomocą pary. Skrzynie te pracują obecnie dobrze, masę do nich sprowadza się z kraju i z zagranicy.

W roku 1906 wybudowano budynek, w którym ustawiono 2 gazomierze stacyjne o sprawności 1 500 m³ i 900 m³ gazu na godzinę, oraz zainstalowano aparat regulujący ciśnienie miejskie o sprawności do 5 500 m³ na godzinę.

Gazownia posiada 3 zbiorniki: wspomniany już, obmurowany na 2 750 m³, zbudowany w r. 1860, dalej wolnostojący dwuteleskopowy o pojemności 9 000 m³, o dnie wklęsłem Intzego, wybudowany w roku 1895, oraz wolnostojący jednoteleskopowy o pojemności 15 000 m³, o dnie płaskiem, wybudowany w roku 1905.

Kotłownia składała się z 3-ch kotłów płomienicowych o łącznej powierzchni ogrzewalnej 120 m², a mianowicie: 2 kotły Paukscha jednopłomienicowe każdy po 35 m² oraz 1 kocioł Zobela dwupłomienicowy o 50 m² powierzchni ogrzewalnej. Kotły te dostarczały parę nasyconą, potrzebną do napędu maszyny parowej, do benzolowni i amonjakalni, do ogrzewania czyszczalników i zbiorników, do pieców o retortach pionowych celem wytwa-

rzania gazu mieszanego oraz do aparatury gazu wodnego, jednakże wytwarzana para musiała być nieodpowiednia i kotły pracowały nieekonomicznie, gdyż w ówczesnych sprawozdaniach spotyka się w preliminarzach budżetowych osobną sumę na nową kotłownię.

Benzolownia. Początkowo prócz koksu, smoły surowej i siarczanu amonowego nie wytwarzano innych produktów ubocznych. Później dopiero zwrócono większą uwagę na uzyskiwanie dalszych produktów ubocznych. W roku 1922 wybudowano benzolownię według systemu Bamaga, ustawiając płóczkę rotacyjną. W benzolowni otrzymywano nieoczyszczony benzol motorowy.

Amonjakalnia. Od roku 1880 spotyka się już notatki o zakupie kwasu siarkowego do wyrobu siarczanu amonowego. Aparatura systemu Feldmanna, w ciągu lat zniszczona, pracowała nieekonomicznie.

Brykietownia, wybudowana w roku 1919, przez dłuższy czas była nieczynna spowodu braku odbiorców na brykiety.

Młynek szamotowy. W roku 1906 zainstalowano młynek napędzany silnikiem elektrycznym o 3 KM (sprawność 500 kg miału szamotowego na godzinę). Gazownia posiada więc miał szamotowy ze starych cegieł szamotowych, który używa się przeważnie do własnych celów, a w części sprzedaje się gazowniom i innym odbiorcom.

Inwestycje i usprawnienia gospodarki w gazowni w okresie ostatnich 10-ciu lat.

Miasto przejęło gazownię w ręce polskie 21-go stycznia 1920 r. Produkcja gazu, która — jak już wspomniano — w r. 1916 wynosiła 7 517 730 m³, spadła w roku 1920 do 3 700 000 m³. W pierwszych latach polskiej administracji miejskiej produkcja gazu spadła jeszcze niżej, tak, że w roku 1922 wynosiła ona 3 076 300 m³. Dopiero od roku 1925 następuje zmiana; produkcja stale wzrasta, by w r. 1930/31 osiągnąć liczbę 5 859 180 m³. W ostatnich latach, naskutek ogólnego kryzysu, produkcja nieco spadła, tak, iż w roku 1933/34 wynosiła 5 105 880 m³, w ostatnim roku 1934/35 — dzięki propagandzie — zdołano zwiększyć oddanie gazu na 5 212 970 m³. W roku 1924 niebywała powódź wyrządziła gazowni wielkie szkody, ruch był wstrzymany przez 4 tygodnie.

Z powyższych cyfr widać jasno, że przełomowy dla gazowni od chwili odzyskania niepodległości Państwa Polskiego był rok 1925. Do roku 1925 nie wykonano w gazowni większych inwestycyj. Dopiero od tej daty rozpoczyna się w gazowni okres koniecznych, a jednocześnie rentownych inwestycyj, okres ponownego rozwoju.

Piece retortowe, wybudowane w roku 1913 i pracujące do roku 1925, zupełnie zużyte, postanowiono przebudować na komorowe, łącząc po 3 retorty w 1 komorę o ładunku 2 100 kg. Przebudowę uskuteczniono według systemu dra Bueba w czasie od grudnia 1925 do 1928 roku. Możliwość produkcji tych 3 pieców wynosi do 30 000 m³ gazu na dobę. W roku 1925 wydajność gazu ze 100 kg węgla osiągnęła już 41,37 m³. Piece te, w miarę potrzeby remontowane, funkcjonują po dzień dzisiejszy przy wydajności gazu, wynoszącej — według obliczeń za rok 1934/35 — 47 m³ ze 100 kg węgla, dzięki zastosowaniu w ciągu ostatnich lat regulacji ssania, przegrzanej pary, regulacji ciągu i innych ulepszeń (rys. 5). Usunięto mocno zużytą i nieekonomicznie pracującą rynnę Brouvera, transportującą koks.

W roku obecnym, t. j. 1935, po wysłuchaniu opinji rzeczoznawców, postanowiono 3 piece przebudować na system jenajski. Gazownia przystąpiła obecnie do przebudowy najstarszego z pieców komorowych na piec komorowy systemu jenajskiego, przy którym budująca firma gwarantuje wydajność 58 m³ ze 100 kg węgla surowego. W piecach obecnych, oprócz gazu węglowego, wytwarza się gaz wodny, przez dodawanie pary wodnej w ostatnich okresach gazowania. Odgazowaniu podlegają 3 rodzaje węgla: miał z kopalni »Anna«, z kopalni »Dębieńsko« i drobny II z kopalni »Knurów«. Do komór nasypuje się specjalnemi wózkami najpierw miał koksowy (izolacja dolnych zamknięć), a dopiero następnie właściwy węgiel. Każdy piec posiada własny generator, którego wlot umieszczony jest na wysokości głowic komorowych. Wykonuje się próby opalania komór gazem. Zasilanie generatora uskutecznia się oddzielnym wózkiem z zasobnika, umieszczonego obok zasobnika węglowego. Koks do zasobnika dostarcza się przy pomocy specjalnie na ten cel zbudowanego dźwigu pomostowego, który automatycznie podnosi wózki z koksem (rys. 6). Koks z komór opuszcza się do specjalnego wózka na szynach; szyny te prowadzą do gaśnicy systemu inż. Tremusa, wybudowanej w roku 1928. Koks gasi się tutaj częściowo wodą, a częściowo parą powstałą z pierwszej części gaszenia, wskutek czego nietylko uzyskuje się suchy, gruby koks, lecz za-

oszczędza się na ilości spotrzebowanej wody. Z gaśnicy wózek z koksem podjeżdża do dźwigu skośnego o nośności 2 500 kg. Dźwig zawozi koks na sita koksowe, dające możność segregacji koksu od 0÷10 mm, 10÷20 mm, 20÷40 mm i ponad 40 mm.

Zarówno piecownię, jak dźwigi, wózki i sita koksowe obsługuje 3 ludzi na jedną zmianę.

Ponieważ wszystkie zbiorniki gazowe wykazywały wskutek nieszczelności wielkie straty, więc w roku 1925 przebudowano zupełnie nienadający się do dalszej pracy zbiornik o pojemności 2 750 m^3, w roku 1929 przebudowano zbiornik dwuteleskopowy o pojemności 9 000 m^3, w roku 1927 gruntownie naprawiono zbiornik jednoteleskopowy o pojemności 15 000 m^3. W r. 1934 naskutek nieszczelności poddano spawaniu elektrycznemu kopuły dwóch pierwszych zbiorników.

W latach 1925÷1931, chcąc choć częściowo usprawnić gospodarkę *w kotłowni,* zastosowano oszczędnościowe paleniska podmuchowe systemu Gefia, wbudowano emulsatory celem zmiękczenia wody, zbudowano nowy kanał spalinowy do komina, rozszerzono budynek kotłowni, wykonano nowy zbiornik na wodę dla zasilania kotłów z wykorzystaniem pary odlotowej z maszyny parowej, zainstalowano katalizatory systemu inż. Derewienki i t. d. W roku 1933 rozebrano całkowicie starą kotłownię i komin, wybudowano nowy budynek kotłowni oraz komin o średnicy 0,90 m i wysokości 52 m, zainstalowano dwa nowoczesne kotły wodnorurkowe systemu Babcock - Wilcox o łącznej powierzchni 160 m^2 na ciśnienie 10 at wraz z ekonomizerem żeberkowym o powierzchni 81 m^2 (rys. 7). Parę otrzymuje się obecnie przegrzaną do temp. 350° C, co było od kilkunastu lat dążeniem gazowni, aby móc — prócz do innych celów — stosować parę przegrzaną w komorach pieców. Kotłownia pracuje ekonomicznie, co się przejawia w podwyższeniu liczby odparowalności z 5,8 na 6,4 kg z 1 kg paliwa i zmniejszeniu podpału o około 11 %. Celem dalszego usprawnienia gospodarki zainstalowano w kotłowni aparaty kontrolne, wskazujące na miejscu automatycznie CO_2, $CO + H_2$, temperaturę pary przegrzanej, temperaturę gazów spalinowych. Odpowiedni aparat rejestrujący zainstalowano w laboratorjum w celach kontrolnych.

Ponieważ woda ze studni artezyjskiej okazała się nieodpowiednia dla kotłów, przeto zainstalowano *wodooczyszczacz* sodowo-wapienny systemu Ekonomja o wydajności 3 m^3/godzinę, zastosowując jednocześnie odprowadzenie namułu z kotłów do zbiornika reakcyjnego.

Płomienicę starego kotła przerobiono na zbiornik wodny do chłodzenia pary, potrzebnej do maszyny parowej; woda do chłodzenia jednocześnie podgrzewa się i służy do zasilania kotłów. Zakupiono 3 nowe pompy: 2 pompy Worthingtona o wydajności około 8 m^3 na godzinę oraz 1 pompę odśrodkową wraz z silnikiem elektrycznym o wydajności 5 m^3/godzinę. W związku z wprowadzeniem pary przegrzanej wymieniono wszystkie rurociągi parowe w całej gazowni na nowe z odpowiednią izolacją *).

W aparatowni ustawiono w roku 1927 nową płóczkę stojącą, wypełnioną pierścieniami Raschiga; w roku 1932 zdemontowano starą płóczkę rotacyjną, a na jej miejsce wstawiono płóczkę stojącą, wypełnioną pierścieniami Raschiga, zbudowaną we własnych warsztatach.

W roku 1931 ustawiono *aparaturę do rektyfikacji benzolu* (rys. 8). Obecnie uzyskuje się przez wymycie około 15 g benzolu z 1 m^3 gazu; otrzymuje się benzol motorowy oraz po rektyfikacji benzol handlowy; przez odbieranie poszczególnych frakcyj podczas destylacji rektyfikowanego benzolu otrzymuje się benzol handlowy 90%. W roku 1932 wprowadza gazownia na rynek *mieszankę benzynowo-benzolową,* która znalazła znaczne zastosowanie w Bydgoszczy.

W roku 1927 wybudowano nowy budynek dla *przeróbki wody amonjakalnej,* uruchamiając aparaturę na siarczan amonowy i zgęszczoną wodę amonjakalną, o przeróbce dobowej 20 m^3 wody. Uzyskuje się siarczan amonu o zawartości ponad 20 % azotu, oraz wodę o zawartości około 22 % amonjaku.

Destylarnia smoły. W roku 1928 wybudowano destylarnię smoły według systemu firmy Habill, o przeróbce dobowej 12 tonn. Destylację smoły przeprowadza się do 200° C, uzyskując olej lekki i część oleju średniego. Oleje te służą jako karbolineum, względnie sprzedaje się je w stanie surowym. Do magazynowania smoły destylowanej zainstalowano 3 zbiorniki, wykonane ze starych walczaków kotłowych.

Brykietownię, która była przez dłuższy czas nieczynna, naprawiono i uruchomiono w roku 1928. W roku 1934 przeprowadzono próby fabrykacji

*) *Gaz i Woda* **14**, 262 (1934).

brykietów z węgla brunatnego, pochodzącego z kopalń z okolic Bydgoszczy.

Laboratorjum. Jeszcze przed wojną preliminowano pewną sumę na budowę niezbędnego dla ruchu gazowni laboratorjum, jednakże dopiero w roku 1925 urządzono je prowizorycznie w budynku obok dzisiejszej benzolowni. Ciągłą jednak troską gazowni było wybudowanie odpowiednich ubikacyj na nowe laboratorjum, przeto skorzystano z istniejących jeszcze starych pieców syst. Cozego i postanowiono je rozebrać, a z uzyskanego materjału wybudowano w r. 1931 nowe laboratorjum, biura dla inżyniera i gazmistrzów oraz pokój dla praktykantów i garaż. Nowe laboratorjum przystosowano do badań z ogólnej technologji chemicznej. W laboratorjum umieszczono szereg aparatów automatycznych i rejestrujących, a mianowicie: Union — rejestrujący ciężar gat. gazu, Union — rejestrujący ssanie gazu, kalorymetr Junkersa — rejestrujący wartość opałową gazu, aparat Siemensa — rejestrujący skład gazów spalinowych z kotłowni, piec do spalań Dennstedta, wiskozymetr Englera, barograf, aparat Abla i t. d. (rys. 11). Oprócz prac dla gazowni, przeprowadza się w laboratorjum badania nad usprawnieniem przeróbki produktów ubocznych. Laboratorjum służy radami i wykonuje niezbędne analizy dla okolicznych gazowni, jest jedyną placówką wyposażoną w odpowiedni sprzęt do analiz gazotechnicznych, z której korzystają studenci politechnik, przybywający na praktykę, i uczniowie Oddziału Gazowniczego Państwowej Szkoły Przemysłowej w Bydgoszczy.

W roku 1925 przebudowano *magazyn* o używalnej powierzchni 782 m², o stropach żelazobetonowych. Pozwoliło to scentralizować magazynowanie materjałów, znajdujących się dotychczas w 6 różnych lokalach.

W roku 1926 wybudowano *warsztat ślusarski,* który dzisiaj jest przystosowany do wykonywania napraw ślusarskich, wchodzących w zakres gazowni. W warsztacie wykonano już szereg nowych większych urządzeń, jak: płóczka stojąca do benzolowni, zasobniki węglowe, wózki węglowe i t. p.

Ponieważ sklep przy ulicy Długiej okazał się za mały i nieodpowiedni, jako zbyt odległy od centrum ruchu miastowego, przeniesiono więc w roku 1925 *sklep* do nowego lokalu przy ulicy Jagiellońskiej 14, urządzając obok salę pokazową. Ze względu na stosunkowo wysoką dzierżawę, przeniesiono sklep w roku 1929 na ulicę Marszałka Focha 5, a *salę pokazową* urządzono w gmachu administracyjnym gazowni (rys. 12). W obecnej sali pokazowej odbywają się prelekcje i pokazy oszczędnego gotowania na gazie dla publiczności, również odbywają się tutaj kursy prowadzone przez gazownię łącznie ze Związkiem Pań Domu.

Ze względu na duże ilości wody, jakie gazownia pobierała z zakładów wodociągowych, pogłębiono istniejącą na terenie gazowni *studnię artezyjską,* zwiększając jej wydajność do 10 m³ na godzinę, przez co prawie całe zapotrzebowanie wody pokrywa gazownia z pogłębionej studni. Dalej wykonano remont w akumulatorach, wymieniono rurociągi: parowe, wodne, smołowe, wody amonjakalnej, przewody elektryczne, odnowiono 4 domy czynszowe, wybudowano 5 mieszkań dla pracowników gazowni, poddano szczegółowej rewizji 3 gazomierze stacyjne. Zastosowano instalację gazową do centralnego ogrzewania budynku administracyjnego, ułożono tor kolejki wąskotorowej na podwórzu, uruchomiono stację dla badania gazomierzy. Przeprowadza się rewizje wszystkich gazomierzy i źle funkcjonujące wymienia się.

Oprócz inwestycyj powyższych, wykonanych we własnym zakresie, zakupiono: w r. 1929 przenośnik taśmowy do ładowania koksu na wagony, w r. 1928 — samochód ciężarowy, w r. 1931 — używany samochód osobowy »Ford«, przerobiony następnie na półciężarowy, w r. 1933 — używany samochód osobowy »Fiat« do celów służbowych i kilka rowerów dla pracowników, w r. 1933 — cysternę-wagon o pojemności 15 000 kg. Motoryzacja ta przedstawiona jest na rys. 10.

W latach 1932/33 zainstalowano przy kominie piecowni automatyczny regulator ciągu Aeosolo, zmniejszający straty cieplne, oraz membranowy regulator ssania, przyczyniający się do zmniejszenia zawartości niepalnych składników w gazie oraz do ujednostajnienia ciężaru gat. i wartości opałowej gazu.

Powyższe prace inwestycyjne wykonano w ciągu 10 lat kosztem 1 672 352 zł i pokryto je z własnych funduszów bez zaciągania pożyczek. Wydawano przeciętnie rocznie 167 235 zł na inwestycje, co odpowiada około 3,3% zależnie od każdorazowej wartości majątku gazowni w danym roku. Prócz inwestycyj, wykonanych w celu technicznego usprawnienia gazowni, usprawniono również w ostatniem dziesięcioleciu dział administracyjny: wprowadzono księgowość podwójną, opracowano

przepisy instalacyjne, regulamin dostawy gazu, statut dla gazowni, statystykę aparatów gazowych u konsumentów, rejestr gazomierzy, ujęto całokształt prac ruchu zewnętrznego w wykresach Gantta, zaprowadza się zasady naukowej organizacji do prac biurowych.

Sprawy naukowo-organizacyjne. Ponieważ w chwili odzyskania niepodległości Państwa Polskiego zarządy miast przejęły przedsiębiorstwa komunalne, w których dawał się silnie odczuwać brak należycie wyszkolonego personelu technicznego, co w szczególności miało miejsce w średnich i małych gazowniach, należało urządzić kursy, któreby wyszkoliły i dokształciły świeży i często zupełnie surowy personel. Gazownia bydgoska w roku 1926 urządza w Bydgoszczy pierwszy kurs dokształcający dla gazmistrzów i instalatorów przy udziale 50 uczestników, w r. 1930 dzięki kursom technicznym przy Państwowej Szkole Przemysłowej w Bydgoszczy drugi kurs 6-tygodniowy również dla majstrów i techników gazowniczych przy udziale 20 uczestników. Kursiści poza wykładami ogólnokształcącemi wysłuchali przedmiotów z gazownictwa, jak: technologja gazu, technologja produktów ubocznych, instalacje gazowe, aparatura do gazu w przemyśle, analizy gazotechniczne. Prócz wykładów teoretycznych kursiści zwiedzili gazownię w Bydgoszczy, Grudziądzu, Chełmnie, Gnieźnie, Inowrocławiu, Toruniu i Solcu Kujawskim. Zarówno wykłady techniczne, jak i wycieczki prowadzili — prócz profesorów Państwowej Szkoły Przemysłowej — inżynierowie gazowni bydgoskiej. W roku 1931/32 staraniem Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich, Państwowej Szkoły Przemysłowej oraz Gazowni bydgoskiej, otwarto pierwszy w Polsce Oddział Gazowniczy, obejmujący 4 lata nauki na Wydziale Chemicznym w Państwowej Szkole Przemysłowej, gdzie także inżynierowie gazowni wykładają przedmioty dotyczące gazownictwa.

Zapoczątkowano na szerszą skalę *propagandę* gazu i produktów ubocznych przez wystosowanie ankiety odczytowej do wszystkich miejscowych towarzystw, w wyniku której inżynierowie gazowni wygłosili następujące odczyty: znaczenie gazownictwa z punktu ogólno-państwowego, gaz w gospodarstwie domowem, zastosowanie gazu w rzeźnictwie, gaz jako materjał pędny do samochodów, korzyści z używania i rentowności dużych kuchen gazowych, gaz jako racjonalne paliwo w przemyśle metalowym, gaz i prąd elektryczny jako źródło ciepła, zastosowanie koksu w gazowniach i poza gazowniami, odprowadzanie spalin z aparatów gazowych, użycie koksu do centralnych ogrzewań i jego porównanie z koksem hutniczym.

Gazownia bydgoska brała udział w Wystawie wodnej w Bydgoszczy i w P. W. K. w Poznaniu.

W ostatnich latach pracowano również nad *wyszkoleniem personelu* własnego gazowni. Praca ta szła i idzie w dwóch kierunkach: 1) przez obowiązkowe uczęszczanie personelu biurowego, inkasentów, monterów na popularne odczyty, wygłaszane przez inżynierów gazowni z dziedziny gazownictwa i propagandy gazu, celem przyswojenia wiadomości o gazie i podstawowych danych porównawczych z innemi źródłami energji, które to wiadomości są niezbędne dla personelu, mającego styczność z publicznością; 2) przez urządzenie czytelni, bibljoteki i świetlicy, w której pracownicy — prócz najpopularniejszych dzienników i czasopism — znajdują książki o treści popularno - technicznej, gry towarzyskie w rodzaju szachów, warcab i t. p. Ponadto uzupełnia się bibljotekę techniczną dziełami z zakresu gazownictwa i fachowemi czasopismami. Cały personel, zarówno urzędniczy jak i robotniczy, przeszkolono na obowiązkowych kursach przeciwgazowych, przyczem kilku uczestników przy końcowych egzaminach otrzymało stopnie instruktorskie. Zakupiono również sprzęt przeciwgazowy.

Korzystając z wolnego terenu, urządzono trzy korty tenisowe i własną strzelnicę małokalibrową.

Wyniki gospodarcze i finansowe. Już w pierwszych kilkudziesięciu latach okazała się gazownia rentownem przedsiębiorstwem dla miasta. W r. 1910 obliczono, że w ciągu 50-ciu lat przekazała gazownia do kasy miejskiej 3 652 000 marek niem., a prócz tego wykonano inwestycyj kosztem 1 013 016 mk. Należy tutaj nadmienić, że w latach tych miała gazownia do pokonania duże trudności, gdyż cena węgla stale wzrastała, tak, iż w r. 1900 węgiel śląski był o 30%, a angielski o 18% droższy od cen w chwili uruchomienia gazowni. Również i robocizna wzrosła 2,5-krotnie w stosunku do roku 1860. Pomimo to już w drugim roku spadła cena gazu z 30 fenigów na 26 fenigów za 1 m³, a w roku 1889 wynosi już zaledwie 17,5 feniga. Od tej pory zaczęto po raz pierwszy rozróżniać cenę gazu do oświetlenia i do celów przemysłowych, stosując w pierwszym wypadku cenę 16 fenigów, a w drugim 13,5 feniga. Ta niska cena gazu była możliwa tylko naskutek ciągłego po-

lepszania systemu pieców oraz mechanizacji obsługi i urządzeń, jak stwierdza ówczesny decernent radca Metzger w swem przemówieniu na posiedzeniu magistratu w dniu 8 października 1910 r.

Analogiczny objaw można zaobserwować w latach powojennych, a szczególnie w ostatniem dziesięcioleciu. Ceny węgla, przewozu i robocizny ustawicznie wzrastały, cenę zaś gazu, wynoszącą na początku 1925 r. 34 grosze i 30 groszy bez stosowania rabatów, należało stale obniżać i przystosowywać do zdolności płatniczej konsumenta. Pomimo to zdołano przekazać w ostatniem dziesięcioleciu do kasy miejskiej sumę 4 295 241,45 zł (rys. 14), przyczem majątek gazowni, który w roku 1924 wynosił 4 128 000 zł, stale wzrastał i w r. 1933/34 doszedł do 4 840 935 zł. Obecnie cena zasadnicza gazu dla użytku domowego i przemysłowego wynosi 30 gr za 1 m^3, przyczem stosuje się rabaty od 30 gr do 15 gr za 1 m^3. W r. 1934/35 było 10 644 konsumentów gazu.

W dziale ruchu zewnętrznego osiągnięto następujące wyniki: w ostatnich 10-ciu latach powiększono sieć gazociągów o 7 346 mb, wymieniono 6 354 mb nieszczelnych gazociągów, uszczelniono gazociągi uliczne w 2 146 miejscach. Dalej uruchomiono 750 sztuk latarń, zmodernizowano 1 693 szt. latarń, usuwając palniki stojące Auera i zamieniając na palniki 4, 9 i 15 siatkowe grupowe przy natężeniu 546 160 świec Hefnera. Z prac instalacyjnych wymienić należy: załączenie 6 619 gazomierzy, odjęcie 5 857 gazomierzy, naprawienie 11 442 kuchenek, 978 pieców kąpielowych, załączenie 6 544 kuchenek, wykonanie 1 304 instalacyj wewnętrznych i 352 przyłączeń domowych, wykonanie 80 605 napraw monterskich, wykonanie szeregu palników i aparatów gazowych do gazu przemysłowego. Zmniejszono straty gazu, które w r. 1924 wynosiły 22 %, na 6,6 % w r. 1934/35.

Sprawy personalne. W okresie 75 lat rozwoju gazowni, decernat gazowni prowadzili: Müller, Heyder, Becker, Boie, Friedländer, Fliess, Aronsohn, Braesicke, Thiele, Metzger, od r. 1920 do 1925 inż. Regamey, od 1925 do lipca 1933 r. inż. Tubielewicz. Pierwszym dyrektorem gazowni był inż. Keydel, potem: Metzger, inż. Wilsch. Od roku 1920 do 1925 następują częste zmiany na stanowisku dyrektora: inż. Zagrodzki, inż. Konrad, inż. Eckerkunst, 15 kwietnia 1925 r. kierownictwo gazowni objął inż. Bronisław Klimczak, którego projekty i wysiłki znajdowały i znajdują pełne zrozumienie i trwałe poparcie u Korporacyj Miejskich i u Prezydentów: Śliwińskiego, dra Chmielarskiego, a obecnie (od listopada 1932 r.) u Prezydenta miasta Leona Barciszewskiego, dzięki czemu dalsze celowe zamierzone inwestycje będą przeprowadzone i gazownia bydgoska przy poprawie ogólno-gospodarczej konjunktury będzie przygotowana do dalszej owocnej pracy dla dobra miasta. Organizacja w administracji gazowni przeprowadzona w r. 1925 i uzupełniona w r. 1931 określa podział czynności poszczególnych urzędników i robotników. Kontrola kasy i rachunkowości gazowni należy do specjalnych organów kontrolnych magistratu. Obecnie gazownia zatrudnia 43 pracowników umysłowych i 107 robotników, razem 150 ludzi (rys. 13). Życzliwy, pełen wzajemnego zaufania stosunek kierowników i robotników gazowni stanowi podwaliny harmonijnej i wydajnej pracy. Poprawny stosunek pracowników do Zarządu Miasta spowodował, że przy okazji jubileuszu 75-letniego gazowni, władze miejskie pamiętały również i o tych pracownikach, którzy pomarli, w dzisiejszych ciężkich czasach uchwaliły wdowom po robotnikach i po urzędnikach jednorazowe zapomogi, za co imieniem obdarowanych składam podziękowanie.

Dr STANISŁAW SROCZYŃSKI

Inowrocław - Zdrój, jego urządzenia kąpielowe i wodolecznicze.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Powstanie zakładów kąpielowo - zdrojowiskowych w Inowrocławiu zawdzięczać należy przedewszystkiem działaczowi społecznemu i dziedzicowi sąsiedniego majątku Rąbina Zygmuntowi Wilkońskiemu, który w r. 1872 założył »Towarzystwo Akcyjne Solankowe«. Zakupiono wtenczas odpowiedni 20 morgowy teren, przystąpiono do założenia parku i budowy budynku dla kąpieli solankowych.

W tym to budynku, najstarszej części zakładu, rozpoczęto wydawanie kąpieli w 1875 r.

O istnieniu łaźni z kąpielami parowemi, wannami i natryskami wspominają jednak już dokumenty z XV wieku. Woda w większości studzien inowrocławskich zawierała zawsze znaczniejszy procent soli mineralnych, a zatem i te kąpiele średniowieczne zaliczyć należy do uzdrowiskowo-leczniczych wedle dzisiejszych pojęć. Bogate żupy

solne odkryto w 1835 r., a pierwszych wierceń dokonano w r. 1869, wydobywając najpierw solankę 1%, a rok później 12%.

Co do warunków geologicznych, to cechą znamienną Inowrocławia jest słój solny o przekroju w przybliżeniu eliptycznym, wznoszący się z głębokości około 3 000 m ku powierzchni. Słój ten pokryty jest czapą gipsową. Utwór solny zawiera poza chlorkiem sodu anhidryt i iły, jakoteż warstwy soli potasowych i magnezowych. Solanka zawdzięcza swe powstawanie częściowemu rozpuszczeniu złoży solnych. Wody solankowe przesiąkają również do pokładów sąsiadujących z pniem solnym. Solanka inowrocławska, pochodząca wprost z pokładów soli, wykazuje wysokie stężenie 317 części stałych na tysiąc. Stężenie to od czasów wykonania pierwszej analizy przez akademję górniczą w Berlinie do dnia dzisiejszego zmian nie wykazuje. W latach 1930/31 dokonali dokładnych rozbiorów wód mineralnych prof. dr L. Marchlewski z Krakowa i prof. dr St. Dąbrowski z Poznania. Badania te wykazały w solance szereg ważnych dla lecznictwa soli ubocznych, między innemi bar, stront, lit, żelazo, jod i kwas borowy. Większe stężenie tych soli ubocznych stwierdza się w ługu pokrystalicznym, który w zakładach inowrocławskich doprowadzany jest również w stanie płynnym do wszystkich wanien. Kąpiele mineralne wydaje się wedle indywidualnych przepisów lekarskich, stosując rozmaite stężenia solanki i ługu, przyczem ogólna zawartość soli w wannie waha się zwykle od $2 \div 8\%$, a wyjątkowo do 12%. Łatwe i szerokie stosowanie ługu pokrystalicznego, zawierającego wielką ilość soli potasowych i magnezowych, zalicza się do osobliwości zdrojowiska, silnie podkreślanych przez doświadczonych lekarzy miejscowych. Ciepłota kąpieli stosowana w szerokich granicach ma również wielkie znaczenie lecznicze. Biorąc pod uwagę różnorodne czynniki chemiczne i cieplne kąpieli solankowej, rozporządzamy w Inowrocławiu ogromną skalą bodźców, któremi operować można należycie jedynie po długoletnich doświadczeniach.

Zakład założony przez Zygmunta Wilkońskiego przeszedł w r. 1881 na własność miasta, a w roku 1885 pod stały zarząd magistratu. Mimo wysokich wartości leczniczych zdrojowiska i wniosków wybitnych lekarzy dotyczących projektów rozbudowy, nie przystępowano za czasów zaborczych do realizacji tych planów. Po niemieckich gospodarzach przyjęto więc stary zakład, mieszczący w całości 26 wanien, i pierwotny park w stanie bardzo zaniedbanym. Z inicjatywy pierwszych członków polskiego zarządu miasta przystąpiono wkrótce do powiększenia i ulepszenia zdrojowiska. Pobudowano w r. 1923 zakład frontowy do kąpieli solankowych z 38 łazienkami, dużym holem, lokalami administracyjnemi i kasą. Zaprowadzono sale odpoczynkowe, tak ważne dla lecznictwa kąpielowego, pierwsze natryski wodolecznicze i urządzono przedewszystkiem dwa oddziały kąpieli kwasowęglowych. Wreszcie dla wygody kuracjuszy, ze względu na wielką odległość do miasta, postarano się o urząd pocztowy w zakładzie.

Kąpiele kwasowęglowe mieszczą się w najstarszej części zakładu; wydaje się te kąpiele w 25 wannach dębowych pierwszorzędnej jakości; podobnie jak do półkąpieli wodoleczniczych, stosujemy tu wanny drewniane z uwagi na niską nieraz ciepłotę tych kąpieli i różnice w wyczuwaniu wody, gazu CO_2 i metalu. Wspomnę tu, że w nowym zakładzie kąpielowym w Kissingen używa się wanien drewnianych, wykonanych z południowo-amerykańskiego specjalnego drzewa, nietylko do kapieli solankowo-kwasowęglowych, ale nawet do solankowych zwykłych. Z reguły stosujemy kąpiele kwasowęglowe na solance o zawartości soli zbliżonej do źródeł nauheimskich, t. j. od $2^1/_2 \div 3^1/_2\%$. Wodę słodką saturuje się w aparatach kolumnowych pod ciśnieniem około $2^1/_2$ atmosfer. W razie spadku ciśnienia w wodociągach miejskich wytwarza się odpowiednie ciśnienie przy pomocy specjalnego aparatu.

Pojemność wanien wymierzona jest w litrach i zaznaczona linjami. W ten sposób dawkować możemy solankę, a również wodę gazowaną. Kładzie się wielki nacisk na sprawne działanie wszystkich czynników współdziałających przy przyrządzaniu tych kąpieli. Zawartość gazu w kąpielach odpowiada w zupełności wzorom źródeł naturalnych, najczęściej przez chorych odwiedzanych, przyczem osiągnąć można wysoki stopień nasycenia kwasem węglowym. Na oddziałach dobudowanych w 1923 r. wydaje się kąpiele solankowe zwykłe, do których używa się wanien metalowych kwasoodpornych. Część łazienek zaopatrzona jest w leżanki. Pokoje do masażu mieszczą się przy wspólnych leżalniach. W zakładzie tym pozostała pierwotna trybuna z natryskami wodnemi i parowym.

Kuracje pitne przeprowadza się ze źródła około $1^1/_4\%$, mieszczącego się blisko zakładu kąpieli solankowych. Źródło to zawiera poza chlor-

kiem sodu i siarczanem magnezu szereg katjonów i anjonów o wielkiem dla organizmu znaczeniu, jak potas, lit, żelazo, brom, jod. Zalecane jest w niedokrwistości, artretyźmie, chorobach przemiany materji i przewodu pokarmowego. Przeprowadza się badania kliniczne co do zakresu wskazań.

Źródło doprowadzone jest do obszernego pawilonu, zaopatrzonego w urządzenia nowoczesne, specjalny stół z armaturą z białego metalu. Wodę pije się w stanie naturalnym lub rozcieńczoną, np. innemi wodami mineralnemi (Vichy), względnie gazuje się ją przy pomocy CO_2. Nieraz zaleca się również grzanie wody, do czego służy odpowiedni aparat.

Co kilka lat wykonuje się szczegółowe analizy wód inowrocławskich w znanych instytutach naukowych. Pozatem pozostają solanki te pod stałą obserwacją laboratorjum chemiczno-fizycznego przy Państwowej Żupie Solnej.

Opierając się na analizach przedwojennych, podkreślających wielką przydatność borowiny inowrocławskiej do celów kąpielowo-leczniczych, wybudowano w 1925 r. estetyczny gmach do kąpieli borowinowych z 14 łazienkami, z kabinami do zabiegów częściowych i salami odpoczynkowemi. W budynku tym mieści się również czytelnia. Borowinę kopie się latem na łąkach i poddaje następnie działaniu powietrza i mrozu, przez co borowina ta ulega suszeniu, utlenianiu i kruszeniu. Przed użyciem oczyszcza się ją jeszcze mechanicznie i miele w młynku. Następnie transportuje się ją do wielkich kadzi, gdzie miesza się z wodą i solanką i ogrzewa parą. Ostatecznie przyrządza się borowinę tę wedle przepisu o wskazanej temperaturze z odpowiednich ilości borowiny więcej i mniej ciepłej. Z uwagi na małą ruchliwość cząsteczek, powolne tempo prądów konwekcyjnych, zmieszanie to przeprowadzone być musi bardzo dokładnie. Następnie zaleca się jeszcze choremu wykonywanie powolnych ruchów w kąpieli i poruszanie masy borowinowej w wannie. Kąpiele borowinowe działają przedewszystkiem specyficznie przez swe warunki fizyczne, mianowicie przez wysoką ciepłotę i dzięki swej plastycznej masie. Borowinę w wannach stosujemy do 45^0, w zabiegach częściowych do 50^0, a w okładach do około 85^0 C.

Po rozbudowaniu zakładu kąpieli solankowych i ufundowaniu kąpieli borowinowych odczuwano silny brak pomocniczych urządzeń leczniczych, hydroterapji, inhalatorjum i elektroterapji.

Celem postawienia tych działów na najwyższym poziomie, wybudowano w 1929 r. okazały gmach dla pomieszczenia tych działów leczniczych. Otwarto go z okazji VII Powszechnego Zjazdu Higjenistów Polskich. Powierzchnia tego zakładu przyrodoleczniczego wynosi na parterze, gdzie mieszczą się oddziały wodolecznicze, 1 028 m^2. Każdy z oddziałów wodoleczniczych, osobno dla mężczyzn i kobiet, zajmuje przestrzeń 321,52 m^2.

W środku gmachu między temi oddziałami przez wysokość całego budynku znajduje się duża sala, która służy także jako poczekalnia i pewnego rodzaju odpoczynek. W obszernych suterenach mieszczą się wszelkie urządzenia techniczne, bojlery wytwarzające wodę gorącą, rurociągi do wody ciepłej i zimnej, do ogrzewania centralnego, wreszcie do solanki i ługu. Wszystkie rurociągi są prowadzone zewnętrznie i łatwo dostępne. W tym zakładzie wydaje się również kąpiele solankowe samodzielnie, czy też po niektórych zabiegach ciepłoleczniczych. Każdy oddział wodoleczniczy składa się z urządzeń sanitarnych, obszernego korytarza, szatni, pokoi do termoterapji, półkąpieli i polewań, wielkich sal natryskowych, obszernych wypoczynków oraz pokoi do masaży zwykłych i pod natryskiem. Po stronie lewej, przeznaczonej dla kobiet, zaprowadzono pozatem przepłókiwania ginekologiczne. Wreszcie znajduje się tu mała kuchnia borowinowa. W razie potrzeby, szczególnie z początkiem i pod koniec sezonu, wydaje się tu kąpiele i zabiegi borowinowe. W ten sposób przystosowano zakład ten do wydawania wszystkich kąpieli leczniczych, jak również zabiegów fizykalnych.

Obydwa oddziały wodolecznicze (dla pań i panów) są bogato wyposażone w najważniejsze dla naszych celów urządzenia do termo- i hydroterapji. Przedewszystkiem rozbiera się chory w szatni, w osobnej kabinie, skąd wychodzi zaopatrzony w płaszcz kąpielowy, prześcieradło i ręcznik. Zaleca się pobierać zabiegi wodolecznicze rano, możliwie krótko po wstaniu, dopóki organizm rozporządza dużą ilością ciepła, co konieczne jest dla dobrej reakcji. Osobnikom ze skłonnością do słabej reakcji, ze skórą chłodną, zalecamy najczęściej najpierw zabiegi rozgrzewające, które mieszczą się przed właściwą hydroterapją. Przegrzewania stosujemy przy pomocy szaf świetlnych całkowitych i częściowych, aparatów opornicowych Tyrnauera i szaf parowych. Szafy świetlne działają poza ciepłem jeszcze energją promienistą promieni widzialnych i pozaczerwonych z pewną nawet domieszką

pozafiołkowych. Z tego powodu przypisujemy im specjalne znaczenie. Aparaty Tyrnauera wytwarzają natomiast suche, gorące powietrze; częściowe— przystosowane są bardzo dobrze do stawów górnych i dolnych kończyn. Stosujemy je w schorzeniach stawowych, używając ciepłoty nawet do 120⁰ C. Całkowite aparaty Tyrnauera to kąpiel rzymska w małej przestrzeni. Szafy parowe używamy natomiast jako łaźnie, poddając działaniu pary wodnej całe ciało za wyjątkiem głowy. Używamy łaźni szafkowych w pozycji leżącej i siedzącej. Podczas wszystkich zabiegów przegrzewających stosuje się okłady względnie przyrządy chłodzące na głowę, a często także na serce, poddając chorego ścisłej obserwacji.

Zabiegi te stosujemy z najróżniejszych wskazań, a nieraz jedynie jako wstęp do wodolecznictwa, ordynując po przegrzewaniach zawsze ochładzanie w postaci zlewań, półkąpieli, natrysków zwykłych, szkockich lub płaszczowych. W wodolecznictwie stosujemy wodę słodką, operując bodźcami cieplnemi w szerokich granicach, a następnie wydatnie jeszcze czynnikiem mechanicznym. W niektórych zabiegach bodziec mechaniczny ma przeważające znaczenie. Bodźcem tym należy szafować zręcznie i umiejętnie.

Półkąpiele wodolecznicze stosujemy w drewnianych wannach, dość szerokich, niezbyt wysokich, ustawionych w ten sposób, aby dostęp możliwy był z wszystkich stron. Właściwe sale natryskowe, o powierzchni 63,55 m², zaopatrzone są przedewszystkiem w trybuny Winternitza nowego systemu. Z trybun regulować możemy szereg natrysków górnych (spadowych) i bocznych, stałych i ruchomych. Natryski spadowe, grzbietowe i boczne stosujemy jeszcze w następujących odmianach: jako mgliste, deszczowe (drobno- i gruboperliste), wachlarzowate i biczowe (skupione). Natryski zmienne, szkockie aplikujemy przeważnie z jednego aparatu, obserwując bacznie na odpowiednim termometrze wskazówkowym zmiany temperatury, lub też nastawiamy na chorego dwa węże uregulowane na inny stopień ciepłoty.

Natryski nasiadowe, kąpiele nasiadowo-natryskowe, kąpiele nożne, natryski płaszczowe i aparaty do masaży pod natryskiem posiadają swoje odrębne armatury, mieszadła i termometry dla zapobiegania niespodziewanym odchyleniom ciepłoty. W ten sposób utrzymać można temperaturę przez czas dłuższy na wskazanej w przepisie lekarskim wysokości, którą stale kontrolować może podczas zabiegu tak kąpielowy, jak i sam kuracjusz.

Dla resorbcji przewlekłych wysięków stawowych, w schorzeniach kostnych, rwie kulszowej i lumbago zalecamy częściej natryski ciepło-wodne lub parowe z następującą kąpielą solankową. W tym celu zaopatrzone są oddziały wodolecznicze w wanny do kąpieli solankowych. Pozatem mieszczą się na oddziałach jeszcze zwykłe stałe kąpiele nasiadowe. Wydaje się również kąpiele z dodatkami leczniczemi, tlenowe, piankowe i igliwiowe. Przepisuje się zlewania, nacierania i wilgotne zawijania (kocowanie).

Woda znajduje zatem na oddziałach wodoleczniczych bardzo wydatne, szerokie i różnorodne zastosowanie.

Wielka powierzchnia oddziałów, obszerne sale odpoczynkowe i do kocowań, szerokie wewnętrzne korytarze, wysokość ubikacyj (4,20 m) i dobra wentylacja zapewniają wygodne, higjeniczne leczenie i przebywanie na oddziałach wodoleczniczych. Sale odpoczynkowe zaopatrzone są w bieżącą wodę ciepłą i zimną dla zastosowania przyrządów przegrzewających i chłodzących. Specjalne spluwaczki spłókiwane są automatycznie wodą.

Na piętrze zakładu mieści się osobny oddział kąpieli hydroelektrycznych całkowitych i czterokomorowych, w których stosuje się prądy galwaniczne, faradyczne i galwano-faradyczne o napięciu 60 woltów i natężeniu do 250 MA (w wannie hydroelektrycznej). Na piętrze zakładu znajdują się pozatem naświetlania (lampy kwarcowe, sollux, infra-rouge), diatermie połączone z prądami d'Arsonvala, aparat wedle prof. dra Rumpfa do leczenia serca i anjonizacji oraz pantostat. Sala piętrowa o powierzchni 104 m² przeznaczona jest na kąpiele solankowe dla dorosłych i dzieci oraz na kąpiele solankowo-kwasowęglowe, które instaluje się tam w razie potrzeby. Obok sali tej mieści się pokój towarzyski, naprzeciwko sala odpoczynkowa, a po tej samej stronie jeszcze emanatorjum radowe.

Po stronie zachodniej I-go piętra zakładu przyrodoleczniczego zainstalowano w obszernych salach oddziały inhalacyjne, mające w zdrojowisku ogromnie ważne znaczenie. Solankę rozpyla się przy pomocy powietrza do najdrobniejszych kropelek i kryształków z aparatów indywidualnych i ogólnych. W jednej salce wdycha się solankę zwykłą, a w drugiej solankę z dodatkiem olejków aromatycznych. Solanka ta podlega jeszcze do pewnego stopnia osuszeniu przy pomocy prądu

gorącego powietrza, mieszającego się u wylotu aparatu z mgłą solankową. Aparaty indywidualne zezwalają na bardzo różnorodne zastosowanie zabiegów inhalacyjnych do nosa i gardła, a nawet uszu. Całość pędzona jest motorkami elektrycznemi. Solankę i powietrze do inhalacji filtruje się przed użyciem. Całe urządzenie zainstalowała firma Inhabad.

Wszelkie urządzenia sanitarne, hydrotechniczne, wodolecznicze, ogrzewania i t. p. wykonała firma W. i St. Hedinger w Poznaniu.

Na II-giem piętrze wzgl. na dachu zakładu przyrodoleczniczego znajdują się kąpiele słoneczne, zaopatrzone w umywalnie i natryski.

Zakłady zdrojowe miasta Inowrocławia posiadają w całości 86 wanien do kąpieli mineralnych, 17 wanien do kąpieli borowinowych, 4 wanny do zabiegów wodoleczniczych i 3 trybuny natryskowe Winternitza.

Zakład Leczniczy Ubezpieczalni Krajowej zaopatrzony jest również w wszelkie urządzenia kąpielowe i fizjoterapeutyczne; ponadto znajduje się w nim sala gimnastyczna z aparatami Zandera. Posiada trybunę natryskową, a poza innemi zabiegami wodoleczniczemi stosuje także polewania wedle dra Żniniewicza. W sanatorjum tem znajduje się 15 wanien do kąpieli mineralnych, 3 borowinowe i 2 hydropatyczne. Zakład dla dzieci im. Marszałka Focha posiada 15 wanien do kąpieli solankowych. Z innych instytucyj wymienić należy jeszcze wojskowy szpital sezonowy i wyższą szkołę dietetyczną.

W 1933 r. wydano w Zdrojowisku Inowrocław razem 142 522 kąpieli i zabiegów, w roku 1934 razem 136 196 kąpieli i zabiegów.

Z wyżej opisanych urządzeń zakładów kąpielowych, sanatoryjnych i przyrodoleczniczych wynika, że Inowrocław zajmuje ważne miejsce wśród zdrojowisk krajowych. Specjalizuje się w kierunku ściśle leczniczym. Ceniony jest wśród lekarzy i chorych, którzy przybywają dla poratowania zdrowia z wszystkich stron kraju. Statystyka wykazuje, że przeszło połowa chorych kierowana jest do zdrojowiska bezpośrednio z porady lekarskiej.

Doc. Dr Inż. JÓZEF DUBOIS
i Inż. KAZIMIERZ MUSZKAT

Badanie niektórych polskich węgli gazowniczych.

Gazownia Miejska m. st. Warszawy. Laboratorjum Centralne.
Komunikat 5.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Badanie węgla kamiennego, który ma być zastosowany dla celów gazowniczych na skalę fabryczną, posiada dla gazowni pierwszorzędne znaczenie. Od jakości węgla zależy jakość i ilość gazu, koksu i smoły. Badania przedwstępne węgla idącego do fabrykacji należy prowadzić bardzo skrupulatnie i wielostronnie, ażeby zdać sobie sprawę, czy dany rodzaj węgla nadaje się dla celów gazowniczych.

Laboratorjum Gazowni Warszawskiej poświęca wiele czasu i pracy dla stałej kontroli i badania węgli kamiennych polskich, któreby mogły znaleźć zastosowanie dla celów odgazowywania. Laboratorjum nie zadawalnia się jedynie kontrolą węgli gazowniczych ze znanych kopalni, stara się ująć sprawę szerzej i dać możliwie dobrą odpowiedź na pytanie, które i w jakim stopniu węgle kamienne polskie posiadają właściwości węgli gazowniczych.

Badanie węgla kamiennego należy do wyjątkowo trudnych analiz. Węgiel kamienny jest mieszaniną związków organicznych, bliżej mało zbadanych, z domieszką pewnych ilości związków nieorganicznych i wody. Wszystkie te trzy rodzaje substancyj przyjmują udział podczas odgazowywania węgla kamiennego, w największej mierze, naturalnie, substancje organiczne.

Prace naukowe, dążące do poznania natury związków tworzących węgiel kamienny, postępują stale naprzód i należy mieć nadzieję, że doprowadzą do konkretnych wyników; w dobie obecnej jednakże, na zasadzie analizy chemicznej węgli niewiele można powiedzieć o tem, jak dany węgiel zachowywać się będzie w retorcie gazowniczej. Niejakie wskazówki dać może analiza elementarna substancji węglowej, naturę węgla określa częściowo analiza racjonalna, metody te jednakże zużywają wiele czasu i posiadają wartość raczej naukową. Na zasadzie analizy elementarnej, głównie zawartości tlenu i pierwiastka węgla, możemy dany rodzaj węgla umieścić w grupie węgli antracytowych, koksowniczych, gazowych, spieka-

jących, niespiekających lub też gazowo-płomiennych. Analiza elementarna nie odpowie nam jednak, w jakiej ilości i jakości otrzymamy produkty podczas gazowania.

Zaszeregowanie do którejkolwiek z wyżej wspomnianych grup węgla kamiennego może być dokonane również na zasadzie oznaczania spółczynnika utlenialności humin, tworzących główną składową część danego węgla. Wyniki wspomnianych metod nie są jednak wystarczające dla technologa i musi on szukać innych sposobów, któreby mu wskazały na to, w jakiej mierze badany węgiel odpowiada stawianym mu żądaniom.

Zarzucając metody chemiczne, zwrócić się musimy obecnie do fizykochemicznych, gdyż te najbardziej zbliżają nas do zjawisk zachodzących podczas procesu destylacji. Zasadniczemi pomiarami są oznaczenia liczby gazowej danego węgla oraz jego spiekalności. Inne oznaczenia, dotyczące zawartości w węglu wilgoci, popiołu i substancyj lotnych, należy uważać jedynie za wstępne, niezbędne pozatem przy stałej kontroli dziennej nadsyłanych transportów węgla do gazowni.

Pod nazwą liczby gazowej rozumiemy ilość ciepła, którą uzyskać możemy przez spalenie gazu otrzymanego z jednostki wagowej węgla kamiennego. Za taką jednostkę przyjąć możemy 1 kg. Liczba gazowa nie jest we wszystkich wypadkach, nawet dla tego samego węgla, wielkością stałą: zależy od sposobu odgazowywania węgla i od ilości uzyskiwanego gazu wodnego w retorcie gazowniczej, lub też w piecyku laboratoryjnym. Gdy damy destylującym parom i gazom możność dłuższego zetknięcia się z rozgrzanemi ścianami retorty, to wskutek rozkładu pirogenetycznego par, które skropliłyby się przy oziębianiu po wyjściu z przestrzeni destylacyjnej, liczba gazowa zwiększy się. Gdy destylującym produktom damy możność uchodzenia z retorty przy względnie niewysokich temperaturach, otrzymamy więcej produktów smołowych i niższą liczbę gazową. Doprowadzanie pary wodnej nad rozżarzony koks podczas procesu destylacji, znakomicie wpływa na zwiększenie się liczby gazowej, wskutek tworzenia się pewnych ilości gazu wodnego, powstającego w wyniku reakcji koksu z parą wodną w wysokich temperaturach. Mówiąc o większej lub mniejszej liczbie gazowej, nie należy zapominać, że zwiększanie się liczby gazowej związane jest ze zmniejszaniem się ilości smoły, koksu lub też ze wzrostem ilości ciepła doprowadzonego z parą wodną i zaczerpniętego z przestrzeni grzejnej, otaczającej retorty destylacyjne.

Rozważania powyższe mówią nam, że niewieleby nam powiedziały wyniki oznaczeń liczb gazowych dla różnych węgli badanych, o ile te oznaczenia byłyby wykonywane w różnych warunkach odgazowywania węgli. Wobec tego, że ważną rzeczą jest oznaczenie chociażby względnych liczb gazowych dla różnych węgli, należało stworzyć takie warunki odgazowywania, ażeby uzyskane wielkości posiadały wartość porównawczą. Założeniu temu odpowiada metoda Geiperta. 10 g węgla, uformowanego w pastylki, poddaje się odgazowaniu w ciągu około 5 min w temp. 1 100° w retorcie kwarcowej o ściśle podanych wymiarach. Ilość gazu uzyskanego podczas destylacji, pomnożona przez jego ciepło spalania, daje nam poszukiwaną względną liczbę gazową. Mając szereg liczb gazowych, oznaczonych powyższą metodą, dla różnych węgli, zaliczamy dany węgiel do tej lub innej kategorji, z punktu widzenia jego wartości gazowniczej.

Drugą, bardzo ważną technologiczną cechą węgla kamiennego jest jego spiekalność, czyli zdolność tworzenia zwięzłego koksu podczas procesu destylacyjnego. Właściwość ta zależy przeważnie od jakości i ilości bitumin, zawartych w badanym węglu. Dzięki zawartości stosownych bitumin, węgiel w temp. około 400° przechodzi w stan plastyczny, w wyniku zaś tego ostatniego pod wpływem dalszych przemian termicznych tworzy spieczony produkt — koks. Zdolność spiekania węgla kamiennego nie zależy jedynie od zawartości tych lub innych bitumin, lecz również od niektórych składowych części węgla, które nieprzechodzą w stan plastyczny i tworzą ośrodki węgla bezpostaciowego o bardzo rozwiniętej powierzchni. Tworzenie się tego »węgla aktywnego« przeciwdziała powstawaniu koksu dobrej jakości. Od jakości węgla zależeć będzie szybkość przenikania ciepła wgłąb destylującej masy, co również wpływa na tworzący się koks. Wszystkich czynników przyjmujących udział w zjawisku spiekania się koksu nie można zbadać ilościowo; wymagałoby to wielu uciążliwych pomiarów, któreby również nie dały ścisłej odpowiedzi.

Nie badając poszczególnych czynników, zdolność danego węgla do tworzenia tej lub innej jakości koksu ująć możemy w całości, oznaczając jego liczbę spiekania. Z wielu metod, najbardziej stosowną wydaje nam się metoda dra inż. B. R o g i,

polegająca na tem, że 1 g zmielonego badanego węgla mieszamy dokładnie z 5 g zmielonego antracytu i mieszaninę poddajemy koksowaniu w tyglu pod obciążeniem. Otrzymany koksik przenosimy do bębna obrotowego i poddajemy go ścieraniu. Ze znalezionych cyfr obliczamy liczbę spiekania.

O wartości danego węgla z punktu widzenia jego zdolności tworzenia koksu sądzić możemy z liczby spiekania jedynie na zasadzie porównań.

Wymienione dwa oznaczenia odgrywają najważniejszą rolę przy badaniu węgla. Na zasadzie kilku zasadniczych oznaczeń: zawartości popiołu, wilgoci, substancyj lotnych, liczby gazowej i liczby spiekania, możemy się wypowiedzieć o jakości węgla. Nie jest to wystarczające, jeżeli chcemy mieć zupełnie pewną odpowiedź, czy badany węgiel znajdzie dobre zastosowanie w retorcie gazowniczej, szczególnie w wypadku systemu ciągłego. W systemach piecowych na ruch perjodyczny węgiel przez cały czas odgazowywania znajduje się w spoczynku. Podczas stopniowego przenikania ciepła od rozgrzanych ścian retorty wgłąb masy zarzuconego węgla kamiennego, czyli od zewnątrz ku środkowi, tworzą się różne warstwy, w zależności od temperatury, jaka w danych miejscach panuje. Pośrodku retorty temperatura będzie wynosiła około 100⁰, potem wzrasta szybko i zatrzymuje się w granicach około 400⁰ do 500⁰; odpowiada to warstwie plastycznej. Dalej następuje bardzo szybki wzrost temperatury do około 900⁰ w warstwie krytycznej. Poza tą warstwą powstaje ostatecznie mocno spieczony koks. Ażeby uzyskać koks możliwie najlepszy, dążyć należy do tego, ażeby tworzące się warstwy nie ulegały deformacjom, szczególnie w fazie plastycznej. W systemie perjodycznym warunek ten zostaje praktycznie mniej więcej zachowany. Coś wręcz przeciwnego dzieje się przy systemach ciągłych odgazowywania. Węgiel, opadając ku dołowi, stale znajduje się w ruchu, nie może być więc mowy o układaniu się go w poszczególne warstwy. Wobec tego zaś, że w czasie odgazowywania doprowadzana jest do retorty para wodna, w celu tworzenia gazu wodnego, warunki tworzenia się dobrego koksu jeszcze bardziej się pogarszają. W tych fazach, gdy węgiel nie powinien być poddawany żadnym mechanicznym działaniom, działa na niego niszcząco ruch opadania ku dołowi retorty i duże ilości przenikającego go gazu wodnego.

Z temi, zupełnie różnemi od laboratoryjnych, warunkami odgazowywania w retortach na ruch ciągły należy się poważnie liczyć; wskutek tego również i oznaczenie liczby spiekania nabiera wartości raczej orjentacyjnej, a nie ilościowej. Narzuca się więc wprost konieczność wykonania próby destylacji w warunkach fabrycznych i ostatecznie dopiero na zasadzie takiej próby można wypowiedzieć się konkretnie o wartości danego węgla dla celów gazowniczych.

Gazownia Warszawska rozwiązała to zagadnienie w sposób najracjonalniejszy. Przy Centralnem Laboratorjum znajduje się Stacja Doświadczalna, właściwie mała gazownia, połączona przewodem gazowym podziemnym z jedną z retort systemu piecowego Glover-Westa. Retorta ta podczas doświadczeń zostaje całkowicie odłączona od fabrycznych przewodów gazowych i gaz wraz z parami smoły skierowywany jest do stacji doświadczalnej. Po opuszczeniu stacji, gaz specjalnym przewodem uchodzi do rur gazowych fabryki. Dzięki stacji doświadczalnej, wnioski oparte na stosowaniu metod laboratoryjnych mogą być sprawdzone na skalę półfabryczną w warunkach w zupełności odpowiadających procesowi odgazowywania w Gazowni.

Na zasadzie ilości otrzymywanego gazu mieszanego możemy obliczyć liczbę gazową, która odpowiada warunkom fabrycznym destylacji. Ilość gazu otrzymanego na stacji doświadczalnej w odniesieniu do 100 kg węgla przeliczamy na ilość gazu o cieple spalania 4 000 kcal, czyniąc założenie, że moglibyśmy zwiększyć lub też zmniejszyć dopływ pary wodnej do retorty w takiej mierze, ażeby wydzielający się gaz mieszany posiadał ciepło spalania 4 000 kcal. Kierujemy się w tym wypadku ilością gazu wodnego, który rozcieńcza bogaty w kalorje gaz węglowy.

Koks otrzymany z retorty doświadczalnej może być poddany badaniu na wytrzymałość mechaniczną, np. w bębnie obrotowym wg. metody Micum. Szereg pomiarów wykazał jednakże, że pomiędzy koksami z różnych rodzajów węgli gazowniczych, odgazowywanych w retortach piecowni Glover-West, niema zasadniczych różnic w wytrzymałości mechanicznej. Bardziej miarodajne okazało się przesypywanie koksu przez sita o różnych wymiarach oczek, w tym wypadku rozsortowanie na trzy rodzaje: gruby — powyżej 40 mm, orzech — od 40 do 25 mm i pospółkę — poniżej 25 mm. Otrzymane liczbowe dane są charakterystyczne dla koksów z różnych węgli kamiennych.

W celu lepszego i ogólniejszego ujęcia wartości koksu, który otrzymuje się z retorty doświadczalnej, wprowadziliśmy nową wielkość, mianowicie liczbę koksową. W pojęciu tem staraliśmy się ująć w jedną liczbę trzy wielkości: ilości procentowe poszczególnych sortymentów, ogólną ilość koksu otrzymywanego przy odgazowaniu węgla i wartość sprzedażną uzyskanego koksu. W wyniku ostatecznym otrzymaliśmy liczbę, która charakteryzuje dany koks i posiada w wypadku koksu mniej więcej taką wartość, jaką dla gazu posiada liczba gazowa.

We wstępie podaliśmy w ogólnych zarysach metody laboratoryjne i półfabryczne, jakie stosowaliśmy w Gazowni Warszawskiej przy badaniu węgli kamiennych, chcieliśmy również uzasadnić konieczność ich stosowania, z punktu widzenia potrzeb gazowni.

Metody badawcze.

W poniższym dziale podamy dokładny opis stosowanych przez nas metod badania węgli kamiennych gazowniczych oraz odnośne przeliczenia.

Zawartość wilgoci i popiołu oznaczano według norm P. K. N. (PN/P-505, 506, 507).

Zawartość substancyj lotnych oznaczano znormalizowaną metodą amerykańską, przez ogrzewanie węgla w tyglu platynowym w ciągu 7 min [1]).

Obliczenia wykonywano w ten sposób, że suma odsetek zawartości popiołu, substancyj lotnych i pozostałości koksowej w tyglu wynosi 100.

Liczba gazowa oznaczana była według Geiperta [2]).

Węgiel badany zostaje sprasowany w pastylki o wysokości 48 mm łącznie. Masa ich wynosi 10 g z dokładnością do 0,1 g. Pastylki są zawieszone w nasadce nad retortą kwarcową o średnicy wewnętrznej około 18 mm i wysokości 240 mm. Retortę kwarcową umieszcza się w specjalnym piecyku i ogrzewa do 1 100⁰. Poprzez filtr z waty, w którym zatrzymuje się smoła, retorta łączy się ze zbiornikiem gazowym. Wtedy, gdy osiągnięto żądaną temperaturę i ta ostatnia ustaliła się całkowicie, wrzuca się węgiel do retorty i odgazowuje w ciągu około 15 minut. Oznacza się ilość otrzymanego gazu, jego ciepło spalania i pozostałość w retorcie. Liczbę gazową oblicza się przez pomnożenie ilości gazu przez jego ciepło spalania, w przeliczeniu na 1 kg węgla.

Liczbę spiekania badanego węgla oznacza się wg. metody dra inż. B. Rogi [3]). 1 g badanego węgla, zmielonego na drobny proszek, przechodzący przez sito 860 oczek na 1 cm², miesza się z 5 g antracytu wysuszonego i zebranego na sitach 225÷335 oczek na 1 cm². Po dokładnem wymieszaniu w tyglu porcelanowym mieszaninę zlekka się ubija i obciąża obciążnikiem o określonych wymiarach i masie. Po przykryciu tygielka pokrywką z otworem, poddaje się zawartość odgazowaniu na ostrym płomieniu palnika bunzenowskiego w ciągu 15 min. Zawartość tygla waży się, odsiewa na sicie o okrągłych otworach (⌀ 1 mm) i bryłkę koksową przenosi do bębna obrotowego o ściśle określonych wymiarach i szybkości obrotów 50 na minutę. Co 5 minut zawartość bębna przenosi się na 1 mm sito, odsiewa i pozostałość grubszą znowu wrzuca do bębna, po uprzedniem jej odważeniu. Masy kawałków koksu pozostających na sicie przeliczamy w procentach w stosunku do masy koksu, który utworzył się w tyglu po oddestylowaniu i liczbę spiekania obliczamy ze wzoru:

$$\text{liczba spiekania} = \frac{\frac{a+d}{2} + b + c}{3}$$

gdzie a jest to procentowa zawartość kawałków koksu, zebranych na sicie po pierwszem odsianiu,
b — po 5 min ścierania w bębnie
c — po 10 „ „ „ „
d — po 15 „ „ „ „

Podajemy przykład obliczenia, zaczerpnięty z pracy dra B. Rogi:

	g	%
masa koksu w tyglu	5,64	100
„ „ po odsianiu	5,60	99,3
„ „ „ 5 min. ścieraniu	3,73	66,1
„ „ „ 10 „ „	2,66	47,2
„ „ „ 15 „ „	1,94	34,4

Stąd liczba spiekania danego węgla wynosi:

$$\frac{\frac{99,3 + 34,4}{2} + 66,1 + 47,2}{3} = 60,1$$

Liczba koksowa, również liczby jakości koksu, wprowadzone przez autorów, obliczane są z kilku wielkości. Pierwszą czynnością

[1]) *J. Amer. Chem. Soc.* **21**, 1122 (1899) i *J. Gasbel.* **52**, 896 (1909).

[2]) K. Bunte. Zum Gaskursus. München 1929.

[3]) B. Roga. Z badań fizyko-chemicznych nad różnemi typami węgli koksujących. Praca doktorska, Warszawa 1931.

jest przesianie zebranego z retorty doświadczalnej koksu przez sita o wymiarach oczek 40 mm i 25 mm. Dzięki temu dzielimy koks na 3 frakcje: na koks o grubości kawałków powyżej 40 mm, koks 40÷25 mm i poniżej 25 mm (koks gruby, orzech i pospółka). Ilości te wyrażamy w procentach w stosunku do całej ilości zebranego z retorty koksu. Wobec tego, że cena sprzedażna koksu grubego i orzecha jest jednakowa, zaś pospółki dwukrotnie niższa, obliczamy liczbę jakości koksu ze wzoru:

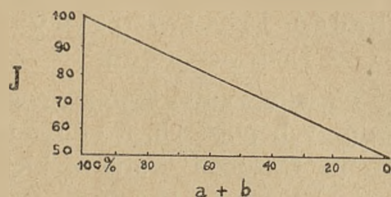
$$J = k\ [2\,(a + b) + c]$$

gdzie J oznacza liczbę jakości koksu
a „ % zawartość koksu grubego ($>$40 mm)
b „ % zawartość orzecha (40÷25 mm)
c „ % zawartość pospółki ($<$25 mm)
k „ spółczynnik proporcjonalności.

Spółczynnik proporcjonalności k obliczamy w założeniu, że gdy $a+b = 100$, J również $= 100$. Rozumiemy przez to, że gdy koks nie zawiera pospółki, jakość jego jest najwyższa. Z powyższego założenia spółczynnik $k = 0{,}5$.

Jeżeli przyjmiemy obecnie pod uwagę drugi krańcowy wypadek, gdy koks składa się jedynie z pospółki, dla liczby jakości koksu otrzymamy wartość 50.

Z danych wynika, że gdy zawartość koksu grubego wraz z orzechem waha się w granicach od 100 do 0, liczba jakości zmienia się od 100 do 50. Liczbę tę możemy łatwo obliczyć graficznie z trójkąta prostokątnego, którego jedna przyprostokątna odpowiada $(a+b)$, druga zaś wyraża zmienność liczby jakości.



Rys. 1. *Grafikon do oznaczania liczby jakości koksu.*

Określiwszy w ten lub inny sposób liczbę jakości koksu J, mnożymy ją przez liczbę, wyrażającą procentową wydajność koksu z danego węgla, po przeliczeniu tej ostatniej na koks (o wilgoci 5%), który byłby uzyskany w wypadku tworzenia się gazu mieszanego o cieple spalania 4 000 kcal. Jeżeli wydajność koksu oznaczymy przez K, uzyskamy wielkość JK, wyrażającą nam »liczbę koksową«.

Dla przykładu przyjmiemy, że wydajność koksu (5% wilgoci) wyniosła 60%. Po przesianiu koksu otrzymano:

$>$40 mm — 70 %
40÷25 mm — 20 %
$<$25 mm — 10 %.

Liczba jakości koksu wyniesie:

$$0{,}5\ [2\,(70+20) + 10] = 95$$

zaś liczba koksowa: $95 \times 60 = 5\,700$.

Obliczanie wydajności gazu otrzymanego na stacji doświadczalnej. Wydajność gazu obliczana jest z danych doświadczalnych bezpośrednio, lub też przeliczona na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³. Tę ostatnią wielkość oblicza się, wychodząc z założenia, że gaz węglowy możemy dowolnie rozcieńczać gazem wodnym, ten zaś uzyskujemy przez doprowadzanie stosownej ilości pary wodnej do retorty. Niech wydajność gazu ze 100 kg węgla wyniesie G m³ (0°, 760 mm, gaz suchy) i jego ciepło spalania Q kcal/m³. Jeżeli $Q \neq 4000$, należy dodać lub odjąć pewną ilość gazu wodnego, który rozcieńcza powstający w retorcie gaz węglowy. Dla przeliczenia wydajności gazu o cieple spalania 4 000 kcal służy wzór:

$$G \times Q + a \times 2\,700 = (G + a) \times 4\,000 \text{ kcal},$$

gdzie a oznacza ilość m³ dodanego gazu wodnego i może być wielkością dodatnią lub też ujemną, stąd:

$$a = \frac{G\,(Q - 4\,000)}{1\,300}$$

Dla gazu wodnego przyjęliśmy ciepło spalania 2 700, licząc się z technicznym gazem wodnym, zawierającym pewne ilości dwutlenku węgla, oraz domieszki tlenu, metanu i azotu.

Obliczenie wydajności koksu przy przeliczeniu wydajności gazu otrzymanego na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³.

W zależności od tego, jaką ilość gazu wodnego należało dodać lub też ująć od gazu mieszanego, otrzymanego na stacji doświadczalnej, ażeby uzyskać gaz o cieple spalania 4 000 kcal, należy pewną ilość koksu zgazować lub też zgazowywać mniej. W jednym i w drugim wypadku wydajność koksu ulegnie zmianie. W przeliczeniach przyjmujemy, że z 1 kg zgazowanego koksu otrzymamy 4,5 m³ gazu wodnego technicznego.

Badanie gazu.

Ciężar właściwy względny oznacza się w aparacie Schillinga[4]) lub też w aparacie Kahlego[5]).

Ciepło spalania gazu, otrzymanego przy odgazowywaniu węgla w retorcie Geiperta, oznaczono w kalorymetrze »Union«[6]).

Ciepło spalania gazu ze stacji doświadczalnej oznaczono na automatycznym kalorymetrze Junkersa[7]).

Analizę gazową wykonywano w aparacie Orsat-Kleina. W aparacie powyższym oznaczano CO_2, C_nH_m, O_2, CO, CH_4, H_2 i N_2; etanu nie można było oznaczyć.

Oznaczeń dotyczących składu elementarnego substancji węglowej, destylacji w piecu Wölblinga i innych nie czyniono, gdyż te uważano za zbędne przy określaniu jakości węgla z punktu widzenia jego zdatności dla celów gazowniczych.

Stacja doświadczalna.

Podając metody badań laboratoryjnych i półfabrycznych, zmuszeni jesteśmy chociażby w skrócie opisać stację doświadczalną badań węgli gazowniczych. Stacja doświadczalna Gazowni Warszawskiej jest niewielkich rozmiarów gazownią, która mogłaby z powodzeniem obsłużyć niejedno z polskich miast prowincjonalnych.

Jedna z retort piecowni Glover - Westa połączona jest bezpośrednio ze stacją doświadczalną. Retortę tę możemy odłączyć od wspólnych przewodów piecowni i gaz wraz z parami smoły skierować do stacji. W przewodzie gazowym, łączącym piecownię ze stacją doświadczalną, następuje skroplenie lwiej części smoły i wody amonjakalnej. Dalej gaz poddany zostaje oczyszczeniu: w chłodnicy wodno-rurkowej, odsmalaczu, płóczce amonjakalnej i ostatecznie w skrzyniach, wypełnionych masą czyszczącą. Pomiędzy chłodnicą wodną i odsmalaczem znajduje się przeciągacz gazu (ekshaustor), połączony z regulatorem obiegowym.

Po przejściu przez skrzynie czyszczące gaz zostaje mierzony zapomocą licznika Connersvilla, ostatecznie uchodzi do ogólnych przewodów gazowni. Poza licznikiem, odgałęzienia przewodu gazowego pozwalają częściowo gaz odprowadzić do kalorymetru automatycznego, lub też pobierać próbę średnią do zbiornika o pojemności 4 m³.

Smoła i woda amonjakalna odprowadzane są do osobnych dołów smołowych. Stacja doświadczalna obliczona jest na 2 500 m³ gazu/24 godz, co odpowiada mniej więcej 4 tonnom odgazowanego na dobę węgla w retorcie.

Odgazowanie węgla na stacji doświadczalnej wymaga wraz z przygotowaniami i pomiarami laboratoryjnemi około tygodnia czasu. Samo właściwe odgazowanie ustalono na 2÷3 doby. Odgazowanie właściwe poprzedza przedpróba, gdy do retorty zaczyna się wprowadzać węgiel badany, zarzucony do osobnego zasobnika. W tym czasie otwierano zawory w dołach smołowych i tworząca się podczas odgazowywania smoła wraz z wodą amonjakalną uchodziła do ogólnych dołów smołowych fabryki. Po upływie około 24 godzin zasypywano do zasobnika dokładnie odważoną ilość węgla badanego (8÷9 tonn) i rozpoczynano właściwą próbę. Zawory łączące doły smołowe stacji doświadczalnej z ogólnemi dołami gazowni zamykano, wprowadzano w ruch przeciągacz, odczytywano stan licznika gazu i proces prowadzono aż do całkowitego wyczerpania węgla, zebranego w zasobniku. Po odgazowaniu węgla z zasobnika odczytywano stan licznika i po pewnym czasie mierzono ilość smoły i wody amonjakalnej, zebranych w dołach smołowych. Koks, wyrzucany z retorty doświadczalnej, gromadzono na placu i po zakończeniu próby przesiewano go przez sita, dzieląc na gruby, orzech i pospółkę. Próbę węgla pobierano w czasie załadowywania zasobnika, koksu — po zakończeniu procesu destylacyjnego.

Wyniki badań laboratoryjnych i półfabrycznych.

Podamy obecnie wyniki szeregu pomiarów dla węgli gazowniczych polskich, z któremi pracowaliśmy na terenie Gazowni Warszawskiej. Nie będziemy wymieniali nazw kopalń, z których węgiel był przysyłany, a to w tym celu, ażeby uniknąć możliwych nieporozumień, tem bardziej, że jakość węgla zależy nietylko od kopalni, lecz i od pokładu, z którego był on wydobyty. Celem więc naszej publikacji jest jedynie ogólne zorjentowanie czytelnika w jakości naszych węgli kamiennych, z punktu widzenia ich użyteczności dla celów gazowniczych, nie zaś informowanie go, która kopalnia jakim rodzajem węgla rozporządza.

4) Winkler-Brunck. Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 1927.

5) *Z. f. angew. Chemie* **32**, 875 (1928).

6) J. Czaplicka. *Przegląd Gazowniczy i Wodociągowy* **5**, 134 (1925); J. Dubois. *Gaz i Woda* **8**, 208 (1928).

7) A. Szulce i J. Konopka. *Gaz i Woda* **8**, 185 (1928).

Ze względów podanych wyżej poszczególne węgle oznaczać będziemy literami A, B, C i t. d. oraz 1, 2, 3 i t. d.

Nie bacząc na brak informacyjnego charakteru naszej publikacji, przypisujemy jej dlatego duże znaczenie, że udziela nam dokładnych wskazówek, w jakich granicach będą się wahały wydajności gazu, koksu i smoły podczas destylacji węgli polskich, naturalnie w systemie piecowym na ruch ciągły Glover-Westa.

Niżej podane wyniki ciekawe są również z punktu widzenia laboratoryjnego, dają nam bowiem możność stwierdzenia, o ile próby laboratoryjne i wnioski z nich wyciągnięte odpowiadają wynikom otrzymywanym na skalę fabryczną.

Przechodząc do wyników doświadczalnych, musimy zwrócić uwagę czytelnika na to, że w uszeregowaniu badanych węgli kierować się będziemy przedewszystkiem ich liczbą gazową, gdyż ona najwięcej stanowi przy doborze węgla. Co się tyczy liczby spiekania — była ona dla nas zawsze cennym drogowskazem, który mówił nam, czy wogóle celowe jest badanie laboratoryjne danego rodzaju węgla, lub też, czy ten węgiel należy zgóry zdyskwalifikować.

Zbadano dotychczas 15 węgli kamiennych z kopalni śląskich, w tem 6 jedynie laboratoryjnie, zaś 9 laboratoryjnie i na skalę półfabryczną.

Badania niektórych węgli były często powtarzane, odgazowywano również oddzielnie różne sortymenty węgla z tej samej kopalni.

Początkowo podamy wyniki badań laboratoryjnych dla 8 węgli kamiennych. Na zasadzie powyższych badań jedynie dwa z tych węgli były poddane dalszym pomiarom i odgazowaniu na stacji doświadczalnej.

Tablica I.

Węgiel	Wilgoć %	Popiół %	Substancje lotne %	Liczba gazowa Geiperta	Liczba spiekania
1	3,3	2,5	39,6	1 800	30
2	3,8	2,2	36,8	1 777	67
3	7,8	2,8	33,9	1 657	20
4	3,7	5,7	39,0	1 792	32
5	8,2	3,2	38,9	1 443	0
6	6,3	2,6	37,3	1 654	20
7 a (pokł. 1)	5,7	5,7	38,3	1 750	0
7 b (pokł. 2)	3,3	7,1	40,7	1 833	26
7 c (pokł. 3)	3,1	6,0	41,9	1 930	45
8	2,5	2,5	35,3	1 744	58

Mówiąc o jakości danych węgli, w pierwszym rzędzie kierowaliśmy się ich liczbą spiekania. Z tablicy sądzić należy, że większość badanych węgli należy do gazowo-płomiennych, niespiekających. Węgle te mogą posiadać wartość jedynie węgli opałowych, dla celów zaś gazowniczych i koksowniczych nie mogą być stosowane. Przyjąwszy praktycznie, że węgiel gazowniczy powinien wykazywać liczbę spiekania minimum około 50, do węgli nadających się do odgazowywania możemy z powyższej tablicy wybrać jedynie najwyżej trzy, a mianowicie 2, 7 c i 8. Najbardziej odpowiedniemi są 2 i 8. Rozważywszy dalej dla tych dwóch węgli liczby gazowe, otrzymane wg. metody Geiperta, stwierdzamy, że z punktu widzenia wartości gazowej stoją one na wysokim poziomie, gdyż węgle kamienne mogą znaleźć dobre zastosowanie w gazownictwie, o ile ich liczby gazowe przewyższają cyfrę 1 700. Jednocześnie zwracamy uwagę na zawartość popiołu, a również częściowo i wilgoci w powyższych węglach. Stwierdzamy, że popiołu zawierają one niewiele. Zawartość substancyj lotnych jest wysoka.

Kierując się powyższemi wskazówkami laboratoryjnemi, poza dwoma rodzajami węgli, a z zastrzeżeniem i trzecim, resztę musimy zdyskwalifikować, jako węgle niespiekające, albo spiekające bardzo słabo.

Powyższa tablica (I) dotyczy poszukiwań nowych węgli gazowniczych.

Dalej podawać będziemy wyniki badań węgli, które już były sprowadzane w większych ilościach do Gazowni Warszawskiej i które to węgle posiadają dostatecznie wysoką liczbę spiekania, ażeby dać w warunkach destylacji w systemie piecowym Glover-Westa możliwie dobry koks.

Dla większej przejrzystości podawać będziemy dla poszczególnych węgli jednocześnie wyniki badań laboratoryjnych i otrzymane na stacji doświadczalnej.

Tablica II.

Węgiel A

(sort. gruby) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 901.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci	2,6 %
„ popiołu	7,7 %
„ substancyj lotnych	38,7 %
Liczba spiekania węgla	44,3.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0^0, 760 mm) 33,2 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0, 760 mm) 5 727 kcal/m^3
Liczba gazowa 1 901.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 10,366 tonn
Otrzymano gazu (0^0, 760 mm) 7 020 m^3
Wydajność gazu (0^0, 760 mm) 65,5 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0, 760 mm) 4 125 kcal/m^3 (średnie)
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (0^0, 760 mm) 71,8 m^3/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 64,6%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (5% H_2O) 63,0%
Wydajność smoły (uwodnionej) 8,1%

Jakość koksu:
zawartość wilgoci 3,0%
„ popiołu 13,8%
po przesianiu koksu:
>40 mm 61,9%
40÷25 mm 13,5%
<25 mm 24,6%

Stąd: liczba jakości koksu 87,70
liczba koksowa 5 525
liczba gazowa techniczna 2 872.

Tablica III.

Węgiel B

(sort. kostka II + grysik)
liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 770.

Badania laboratoryjne:
Zawartość wilgoci 4,1%
„ popiołu 6,1%
„ substancyj lotnych 35,4%
Liczba spiekania węgla 62.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0^0, 760 mm) 31,6 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0,760 mm) 5 600 kcal/m^3
Liczba gazowa 1 770.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 9,000 tonn
Otrzymano gazu (0^0,760 mm) 5 390 m^3
Wydajność gazu (0^0,760 mm) 59,9 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0, 760 mm) 4 060 kcal/m^3 (średnie)
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (0^0, 760 mm) 62,7 m^3/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 51,8%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (5% H_2O) 51,2%
Wydajność smoły (uwodnionej) 8,7%

Jakość koksu:
zawartość wilgoci 4,8%
„ popiołu 11,9%
po przesianiu koksu:
>40 mm 66,9%
40÷25 mm 9,3%
<25 mm 23,8%

Stąd: liczba jakości koksu 88,10
liczba koksowa 4 511
liczba gazowa techniczna 2 508.

Tablica IV.

Węgiel C

(sort. gruby) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 760.

Badania laboratoryjne:
Zawartość wilgoci 3,9%
„ popiołu 2,3%
„ substancyj lotnych 36,9%
Liczba spiekania węgla 60.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0^0, 760 mm) 32,6 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0, 760 mm) 5 310 kcal/m^3
Liczba gazowa 1 760.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 9,250 tonn
Otrzymano gazu (0^0, 760 mm) 5 660 m^3
Wydajność gazu (0^0, 760 mm) 61,2 m^3/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0^0, 760 mm) 4 040 kcal/m^3
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (0^0, 760 mm) 63,1 m^3/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 52,6%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m^3 (5% H_2O) 52,2%
Wydajność smoły (uwodnionej) 9,3%

Jakość koksu:
zawartość wilgoci 13,6%
„ popiołu 7,7%
po przesianiu koksu:
>40 mm 63,7%
40÷25 mm 14,0%
<25 mm 22,3%

Stąd: liczba jakości koksu 88,85
liczba koksowa 4 638
liczba gazowa techniczna 2 524.

Tablica V.

Węgiel D

(sort. gruby) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 760.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci 4,9%
„ popiołu 3,3%
„ substancyj lotnych 38,9%
Liczba spiekania węgla 54.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm) 33,1 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 5 320 kcal/m³
Liczba gazowa 1 760.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 9,700 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm) 4 963 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm) 51,2 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 4 300 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm) 63 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 55,6%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O) 53,0%
Wydajność smoły (uwodnionej) 7,8%

Jakość koksu:

zawartość wilgoci 5,7%
„ popiołu 6,9%

po przesianiu koksu:

>40 mm 57,6%
40÷25 mm 16,4%
<25 mm 26,0%

Stąd: liczba jakości koksu 87,00
liczba koksowa 4 611
liczba gazowa techniczna 2 520.

Tablica VI.

Węgiel E

(sort. kostka II + grysik + miał) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 700.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci 4,8%
„ popiołu 5,0%
„ substancyj lotnych 35,7%
Liczba spiekania węgla 53.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm) 32,4 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 5 260 kcal/m³
Liczba gazowa 1 700.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 8,650 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm) 5 390 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm) 62,4 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 4 000 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm) 62,4 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 53,0%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O) 53,0%
Wydajność smoły (uwodnionej) 8,9%

Jakość koksu:

zawartość wilgoci 4,2%
„ popiołu 8,7%

po przesianiu koksu:

>40 mm 61,5%
40÷25 mm 14,1%
<25 mm 24,4%

Stąd: liczba jakości koksu 87,80
liczba koksowa 4 653
liczba gazowa techniczna 2 496.

Tablica VII.

Węgiel F

(sort. kostka) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 690.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci 3,0%
„ popiołu 2,8%
„ substancyj lotnych 38,8%
Liczba spiekania węgla 48.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm) 32,3 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 5 220 kcal/m³
Liczba gazowa 1 690.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania 8,000 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm) 4 112 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm) 51,4 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm) 4 225 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm) 60,3 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci) 57,2%

Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O) 55,2%
Wydajność smoły (uwodnionej) 7,6%

Jakość koksu:

zawartość wilgoci	9,1%
„ popiołu	6,2%

do przesianiu koksu:

>40 mm	52,0%
40÷25 mm	22,5%
<25 mm	25,5%

Stąd: liczba jakości koksu	87,25
liczba koksowa	4 816
liczba gazowa techniczna	2 412.

Tablica VIII.

Węgiel G

(sort. gruby) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 690.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci	3,31%
„ popiołu	4,2 %
„ substancyj lotnych	36,8 %
Liczba spiekania węgla	60.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm)	32,5 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0, 760 mm)	5 200 kcal/m³
Liczba gazowa	1 690.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania	12,000 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm)	7 240 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm)	60,33 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm)	3 900 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm)	55,7 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci)	58,8%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O)	59,8%
Wydajność smoły (uwodnionej)	8,5%

Jakość koksu:

zawartość wilgoci	4,4%
„ popiołu	6,8%

po przesianiu koksu:

>40 mm	63,6%
40÷25 mm	13,6%
<25 mm	22,8%

Stąd: liczba jakości koksu	98,6
liczba koksowa	5 895
liczba gazowa techniczna	2 228.

Tablica IX.

Węgiel H

(sort. gruby) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 685.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci	2,3%
„ popiołu	8,2%
„ substancyj lotnych	31,4%
Liczba spiekania węgla	50.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm)	31,5 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm)	5 350 kcal/m³
Liczba gazowa	1 685.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania	11,558 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm)	7 117 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm)	61,6 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm)	3 900 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm)	56,9 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci)	59,83%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O)	64,5%
Wydajność smoły (uwodnionej)	— nie określono

Jakość koksu:

zawartość wilgoci	1,57%
„ popiołu	11,50%

po przesianiu koksu:

>40 mm	72,2%
40÷25 mm	8,2%
<25 mm	19,6%

Stąd: liczba jakości koksu	90,2
liczba koksowa	5 818
liczba gazowa techniczna	2 276.

Tablica X.

Węgiel I

(sort. kostka II + grysik + miał) liczba gazowa (wg. Geiperta) 1 680.

Badania laboratoryjne:

Zawartość wilgoci	4,3%
„ popiołu	8,0%
„ substancyj lotnych	35,3%
Liczba spiekania węgla	33.

Odgazowanie wg. Geiperta:

Wydajność gazu (0°, 760 mm)	31,1 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm)	5 400 kcal/m³
Liczba gazowa	1 680.

Odgazowanie na stacji doświadczalnej:

Węgla użyto do odgazowania	9,500 tonn
Otrzymano gazu (0°, 760 mm)	5 930 m³
Wydajność gazu (0°, 760 mm)	62,4 m³/100 kg węgla
Ciepło spalania gazu (0°, 760 mm)	3 960 kcal/m³
Wydajność gazu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (0°, 760 mm)	60,5 m³/100 kg węgla
Wydajność koksu (5% wilgoci)	48,6%
Wydajność koksu w przeliczeniu na gaz o cieple spalania 4 000 kcal/m³ (5% H_2O)	49,0%
Wydajność smoły (uwodnionej)	9,8%

Jakość koksu:

zawartość wilgoci	11,1%
„ popiołu	14,0%
po przesianiu koksu:	
>40 mm	49,9%
40÷25 mm	11,9%
<25 mm	38,2%

Stąd: liczba jakości koksu	80,9
liczba koksowa	3 954
liczba gazowa techniczna	2 420.

Z wyników badań laboratoryjnych i pół-technicznych wyłania się szereg danych, charakterystycznych dla naszych węgli gazowniczych.

Zwrócimy początkowo uwagę na zawartość popiołu. Ilość ta waha się od 2% do 8% i średnio wynosi około 5%; jest więc niewysoka. Zawartość wilgoci waha się w granicach 4÷5%.

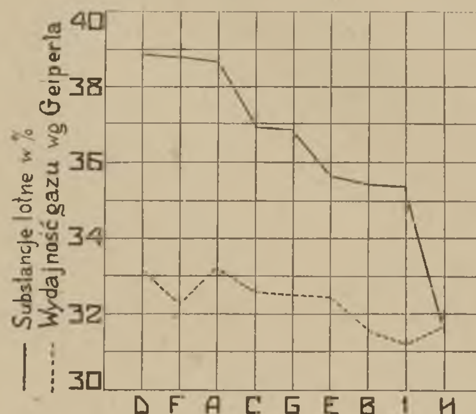
Porównamy obecnie wyniki pomiarów laboratoryjnych, otrzymane dla zawartości substancyj lotnych w węglach i ich liczb gazowych wg. Geiperta. Porównanie to da nam odpowiedź, czy i w jakim stopniu sądzić można o liczbie gazowej na zasadzie oznaczenia zawartości substancyj lotnych.

Tablica XI.

Węgiel	Zawartość substancyj lotnych %	Liczby gazowe wg. Geiperta	Wydajność gazu z destyl. wg. Geiperta
A	38,7	1 901	33,2
B	35,4	1 770	31,6
C	36,9	1 760	32,6
D	38,9	1 760	33,1
E	35,7	1 700	32,4
F	38,8	1 690	32,3
G	36,8	1 690	32,5
H	31,4	1 685	31,5
I	35,3	1 680	31,1

Z tablicy spostrzegamy, że niema zależności pomiędzy zawartością substancyj lotnych w węglu i jego liczbą spiekania. Stwierdzamy to, nie wdając się w sprawę składu chemicznego węgla.

Jak należało się spodziewać, istnieje pewna zależność pomiędzy zawartością substancyj lotnych i wydajnością gazu węglowego, otrzymanego podczas destylacji w piecyku Geiperta. Na wykresie (rys. 2) oznaczono te zależności.



Rys. 2. *Wykres zależności pomiędzy zawartością substancyj lotnych w węglu i wydajnością gazu wg. Geiperta.*

Z wykresu widzimy, że ścisła zależność pomiędzy wspomnianemi wielkościami nie istnieje, stwierdza się jedynie zmniejszanie się wydajności gazu wraz z malejącą zawartością substancyj lotnych. W wypadku węgla H niezrozumiały jest, w porównaniu z wydajnością gazu, spadek zawartości substancyj lotnych; możliwe, że w oznaczeniu tych ostatnich popełniono błąd. Porównania powyższe, dotyczące zawartości substancyj lotnych, liczby gazowej wg. Geiperta i wydajności gazu nie dają możności ilościowego ujęcia tych wielkości i możemy śmiało wnioskować, że oznaczenie ilości substancyj lotnych odgrywa niewielką rolę przy ocenie węgli z punktu widzenia ich przydatności dla celów gazowniczych.

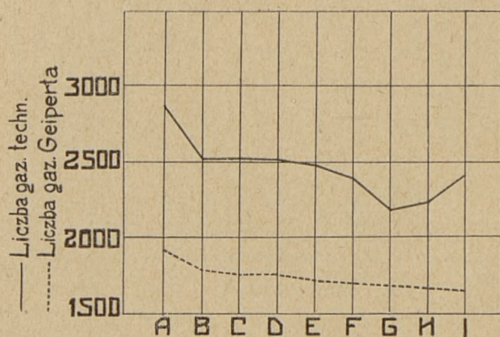
Dalej zrobimy porównanie pomiędzy liczbą gazową Geiperta, otrzymaną laboratoryjnie, i liczbą gazową, otrzymaną przy destylacji węgla na skalę techniczną (liczba gazowa techniczna).

Tablica XII.

Węgiel	Liczba gazowa wg. Geiperta	Liczba gazowa techniczna
A	1 901	2 872
B	1 770	2 508
C	1 760	2 524
D	1 760	2 520
E	1 700	2 496
F	1 690	2 412
G	1 690	2 228
H	1 685	2 276
I	1 680	2 420

Pomiędzy powyższemi wielkościami spostrzega się pewną zależność, zależność ta jednakże nie da się ująć ilościowo.

Warunki odgazowania w piecyku Geiperta i w retorcie fabrycznej są różne i jedynie z pewnem przybliżeniem wnioskować należy, na zasadzie liczby gazowej Geiperta, o wynikach odgazowania w ruchu fabrycznym. Na wykresie (rys. 3) podano porównanie powyższych wielkości.



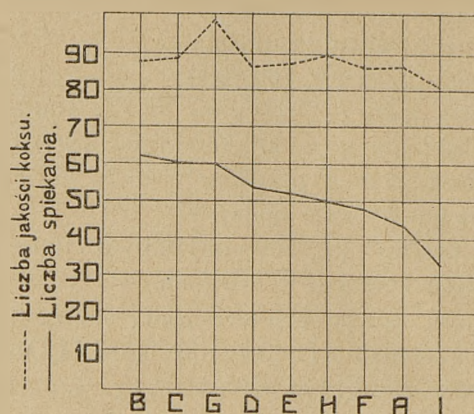
Rys. 3. *Wykres zależności pomiędzy liczbą gazową techniczną i liczbą gazową wg. Geiperta.*

Obecnie zrobimy porównanie pomiędzy liczbami spiekania poszczególnych węgli i ich liczbami jakości koksu.

Tablica XIII.

Węgiel	Liczba spiekania	Liczba jakości koksu
A	44	87,70
B	62	88,10
C	60	88,85
D	54	87,00
E	53	87,80
F	48	87,25
G	60	98,60
H	50	90,20
I	33	80,90

Z talicy XIII wynika, że pomiędzy oznaczoną liczbą spiekania a liczbą jakości koksu istnieje zależność, zależność ta jednakże nie jest dla różnych przypadków jednakowa; odchylenia te wywołane są najprawdopodobniej różnemi warunkami destylacji, panującemi przy odgazowywaniu węgli w retorcie fabrycznej. Na wykresie (rys. 4) podane są powyższe zależności.



Rys. 4. *Wykres zależności pomiędzy liczbą jakości koksu i liczbą spiekania węgla.*

Sądząc z podanych zestawień dojść można do wniosku, że pomiary laboratoryjne niewiele nam mówią o tem, czy dany węgiel będzie się nadawał dla celów gazowniczych, czy też nie. Jednakże laboratoryjne pomiary, o ile nam nie mówią nawet dostatecznie o jakości węgla, przedstawiają dużą wartość, gdyż odpowiedzą nam napewno, że ten lub inny rodzaj węgla nie nadaje się dla celów gazowniczych. W pierwszym rzędzie da nam odpowiedź liczba spiekania. Niespiekający lub słabo spiekający węgiel nie da nam koksu dobrego. Liczba gazowa wg. Geiperta nie określa dokładnie, ale jedynie z grubem przybliżeniem, jaką otrzymamy liczbę gazową w warunkach technicznych, przez porównanie da nam jednakże wskazówki, czy badany węgiel jest dobry, czy też gorszy z punktu widzenia odgazowania. Również i ilość substancyj lotnych coś niecoś nam mówi o ilości otrzymywanego gazu. Kilka zaś tych oznaczeń, wspólnie porównanych, da nam, jeżeli nie zupełnie pozytywną odpowiedź, to w każdym bądź razie w przybliżeniu określenie gazowniczej jakości badanego węgla. Nasze zaś tablice, które w niedalekiej przyszłości będą znacznie rozszerzone, stać się mogą wskaźnikiem określania przydatności węgli dla celów gazowniczych.

Z wykonanych pomiarów można wyciągnąć szereg ważnych wniosków, dotyczących rozpiętości charakterystycznych wielkości dla różnych rodzajów węgli gazowniczych: liczb gazowych Geiperta, liczb gazowych technicznych, liczb spiekania węgli oraz liczb jakości koksu i koksowych.

Dobry węgiel gazowniczy powinien posiadać liczbę gazową Geiperta 1 700 ÷ 1 800. Należy być ostrożnym przy wypowiadaniu się o jakości węgla, o ile jego liczba gazowa (wg. Geiperta) leży

poniżej 1 700. Dla dobrych węgli gazowniczych liczba gazowa uzyskana technicznie wahać się będzie od 2 400 ÷ 2 500. Pomijamy w ostatnim wypadku węgiel A, gdyż jakość jego była zadziwiająco dobra. Węgiel ten jednakże dostarczany był do Gazowni jedynie w ilościach bardzo niewielkich i — o ile wiemy — uległ już wyczerpaniu.

Wymienione granice, w jakich się waha techniczna liczba gazowa dobrych węgli gazowniczych, odpowiadają wydajności gazu o cieple spalania 4 000 kcal/m³ około 62 ÷ 63 m³ (w 0⁰, 760 mm Hg) ze 100 kg odgazowanego węgla. Węgle, posiadające liczbę gazową Geiperta poniżej 1 700, wykazują techniczną liczbę gazową 2 400 ÷ 2 200 i wydajność gazu może nawet wynosić ok. 55 m³/100 kg węgla.

Co się tyczy liczb spiekania, pożądaneby było, ażeby te liczby przekraczały 50, a nawet 60. Dla takich węgli liczba jakości koksu dochodzi czasami nawet do 99, zbliża się więc znakomicie do jakości najlepszej. Widzimy z powyższych danych, że najwyższa jakość koksu gazowniczego, koksu, który nie pretenduje do stosowania go dla celów metalurgicznych, znajduje jednakże doskonały zbyt na rynku, jako cenny materjał opałowy dla gospodarstwa domowego, nie wymaga bardzo wysokiej liczby spiekania.

Dalej należy się ostrożnie ustosunkowywać do węgli, których liczba spiekania spada poniżej 50; węgle te wykazują wyraźny spadek jakości koksu.

Kończąc powyższy referat chcemy nadmienić, że w badaniach naszych nie wyczerpaliśmy wielu jeszcze możliwych do wykonania pomiarów laboratoryjnych dla węgli gazowniczych. Oparliśmy się na kilku, które praktycznie najwięcej nam mówiły. Staramy się jednakże sprawę badania węgli ująć jak najszerzej, naturalnie w granicach możliwości laboratorjum gazowniczego. Dodać musimy również, że niektóre z oznaczeń, wykonywanych przez nas w laboratorjum, pominęliśmy w referacie celowo, gdyż one nic specjalnie nie wnosiły do znajomości węgli z punktu widzenia technicznego, a szczególnie handlowego. Czyniono więc oznaczenia temperatury zapłonienia koksu, wytrzymałości mechanicznej koksu i inne.

Praca niniejsza daje sporą ilość danych dotyczących węgli gazowniczych. Będzie ona w niedalekim czasie wzbogacona szeregiem danych dla innych węgli, które ciągle są poddawane badaniom w laboratorjum i na skalę pół-techniczną na stacji doświadczalnej.

Dr Inż. JAROSŁAW DOLIŃSKI

Oczyszczanie benzolu motorowego w Krakowskiej Gazowni miejskiej.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

W Krakowskiej Gazowni m. wypłókuje się benzol z gazu w wieżach napełnionych pierścieniami Raschiga, zraszanemi olejem smołowym. Z oleju nasyconego benzolem odpędza się parą »olej lekki«, a z niego oddestylowuje »benzol motorowy«. Obie te destylacje odbywają się w znanem urządzeniu systemu Bamag.

Niestety, benzol otrzymywany w ten sposób ma poważne wady, które utrudniają racjonalne jego zużycie, a tem samem i sprzedaż.

Cechy jego są następujące:

1) Barwa blado żółtawa, która po dłuższym czasie, a zwłaszcza na świetle, przechodzi w zabarwienie brunatno-żółte, przy równoczesnem wydzielaniu osadu żywicznego.
2) Ciężar gatunkowy 0,855/15⁰.
3) Przy destylacji Englera do 100⁰ przechodzi 72 %, do 120⁰ 89 %.

Ponieważ mieliśmy trudności ze sprzedażą tego produktu, zamierzaliśmy odstępować go wielkiej destylarni do dalszej przeróbki. Próby przeprowadzone przez tę destylarnię wykazały, że benzol nasz zawiera:

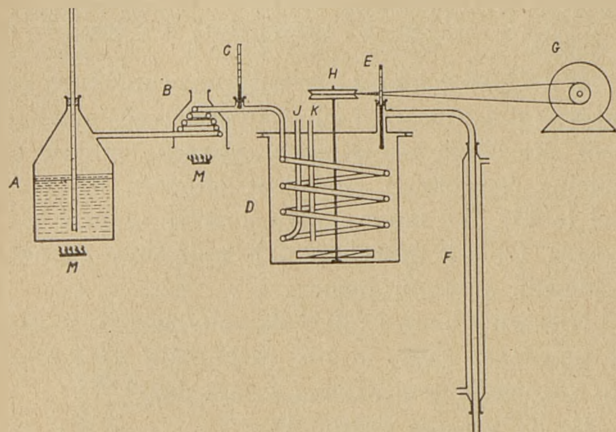
benzolu motorowego	73,9%
oleju impregnacyjnego	10,3%
daje straty przy przeróbce	15,8%.

Nie jest to zatem ani handlowy benzol I, ani II, lecz gatunek pośredni. Cena, którą można było osiągnąć za ten benzol, czy to w sprzedaży bezpośredniej, czy też destylarni, była niska, wobec czego zastanawialiśmy się nad możnością uszlachetnienia tego produktu w własnym zarządzie.

Myśl rafinacji kwasem i ługiem zarzuciliśmy ze względu na zbyt kosztowne urządzenie i skomplikowanie ruchu, niewspółmierne do stosunkowo nieznacznej produkcji ok. 4 000 do 5 000 kg miesięcznie. Szukając innej drogi rozwiązania tego problemu, zainteresowaliśmy się możnością zastosowania ziem bielących do rafinacji benzolu. Przy próbach naszych oparliśmy się na wynikach, które uzyskali H. Mainz i W. Mühlendyck [1]). Nasze badania laboratoryjne w zupełności potwierdziły za-

[1]) Reinigung von Rohbenzol mit Bleicherden. *Brennstoff-Chemie* **15**, 361÷365 (1934).

chęcające rezultaty wymienionych autorów. Próby przeprowadziliśmy w aparaturze, którą objaśnia rys. 1.



Rys. 1. *Schemat aparatury laboratoryjnej do oczyszczania benzolu.*

W żelaznym kociołku *D* pojemności ok. 10 l, z szczelnie przylegającą pokrywą, umieszczono mieszadło *H*, wężownicę parową *J* oraz rurę dla pary bezpośredniej *K*.

Do benzolu dodawano 4% na wagę ziemi bielącej, puszczano w ruch mieszadło z szybkością 300 obrotów na minutę i ogrzewano parą przez 2 godziny, przyczem chłodnica *F* zwrócona była ku górze i działała jak chłodnica zwrotna. Para, wytwarzana w kociołku *A*, osiągała w przegrzewaczu *B* 200÷350°. Po zwróceniu chłodnicy ku dołowi odbywała się właściwa destylacja, przy parze pośredniej, która pod koniec miała temperaturę w przegrzewaczu 350°. W kotle osiągano maksymalnie 100°. Po zakończeniu głównej destylacji resztę odpędzano parą żywą, osiągając temperaturę 120°. Próby te przeprowadzano kilkakrotnie z dwoma gatunkami ziem bielących.

Uzyskano następujące wyniki:

		Ziemia X	Tonsil
Frakcja I do	100°	84,2 %	91,0 %
„ II do	110°	9,2 %	4,8 %
„ III ponad	110°	3,2 %	ślady
straty		3,4 %	4,2 %
		100 %	100 %

Ziemia bieląca X nabiera postaci błota koloru czerwonego, a Tonsil czarno-zielonego. Błoto to jest sypkie i daje się łatwo spłókać. Zagadnieniem regeneracji tych ziem nie zajmowano się.

Główną frakcję, przechodzącą do 100°, destylowano według Englera, przyczem uzyskano następujące granice destylacji:

	Ziemia X	Tonsil AC
do 100°	86 %	78 %
do 120°	95 %	93 %
c. g.	0,852/15°	0,850/15°.

Pod względem granic destylacji produkty te zbliżają się do gatunku »benzol handlowy 90«.

Uzyskane produkty są przejrzyste. Produkt uzyskany przy pomocy ziemi X po dłuższem staniu na słońcu (5 tygodni) zabarwia się zlekka na żółto i wydziela na ścianach naczynia warstewkę żywiczałego osadu. Produkt oczyszczony Tonsilem nie zmienia się w tych warunkach. Jak widzimy, lepsze wyniki uzyskuje się przy oczyszczaniu Tonsilem, gdyż 91% pierwszorzędnego produktu, oraz 4,8% destylatu, który można użyć w zastępstwie solvent-nafty, a przypuszczalnie także do nawęglania gazu wodnego lub do rozcieńczania oleju płóczkowego.

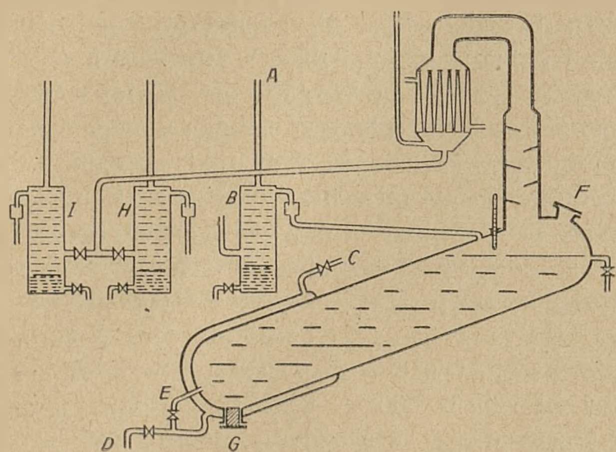
Po tych wynikach zdecydowaliśmy się na budowę aparatury fabrycznej. Aparatura ta mogła być powiększeniem aparatury laboratoryjnej, chcieliśmy jednak uniknąć mieszadła, ze względu na konieczność starannego uszczelnienia jego osi, przechodzącej przez pokrywę kotła, a także ze względu na koszt napędu. Dlatego zwrócono uwagę na propozycję dra E. Drozdowskiego, zastosowania kotła pochyłego, ogrzewanego w dolnej części płaszczem parowym. W takim kotle ogrzewanie wywołuje szybkie krążenie cieczy, wskutek czego ma on wielką sprawność destylacyjną, niema obawy przerzucania, a odpada potrzeba stosowania mieszadła mechanicznego.

Aby wypróbować tę propozycję, zbudowano model aparatury fabrycznej o pojemności kociołka 6 l i przerobiono w nim kilkakrotnie destylację. Wszystkie przewidywania spełniły się całkowicie, destylat był czysty, wobec czego zamówiono urządzenie tego typu na pojemność kotła 550 l.

Zamówienie to wykonała firma Figiel i Gackiewicz (Kraków, Szopena 33), wywiązując się bardzo dobrze z zadania.

Schemat tego urządzenia przedstawia rys. 2.

Urządzenie to uzupełnia dawniej istniejącą benzolownię i mieści się w tej samej ubikacji. Wylot istniejącej dawniej destylarki benzolu połączono rurą *A* z urządzeniem nowem, za pośrednictwem



Rys. 2. *Schemat aparatury fabrycznej do oczyszczania benzolu.*

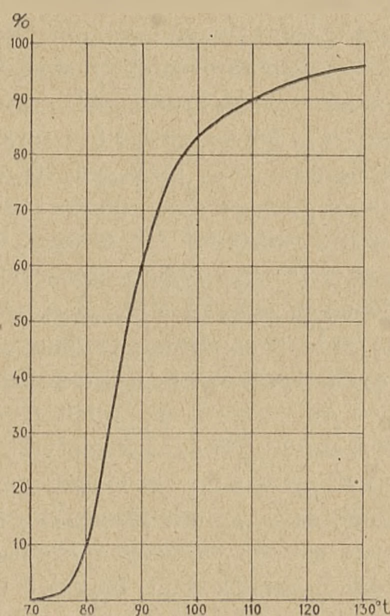
separatora *B*. Wielkość kotła odpowiada jednorazowej destylacji starej benzolowni. Para wchodzi przewodem *C* do płaszcza ogrzewczego, który opuszcza wylotem *D*, względnie, pod koniec destylacji, przechodzi przewodem *E* do wnętrza kotła. Przez właz *F* wrzuca się 4 do $4^1/_2$ % ziemi bielącej, a po szczelnem zamknięciu ogrzewa się kocioł bardzo lekko przez 2 godziny, tak, aby tylko wywołać krążenie cieczy i zwiększyć działanie Tonsilu. Przez powiększenie ilości doprowadzanej pary rozpoczyna się właściwą destylację, która przebiega bardzo prędko, gdyż z szybkością minimalną 120 l/h. Szybkość tę można łatwo zwiększyć do 200 l/h. Główny destylat przechodzi przez separator *H* do zbiornika benzolu. Gdy spływanie destylatu kończy się, parę wylotową z płaszcza przepuszczamy do wnętrza kotła. Natychmiast zwiększa się ilość destylatu, który jeszcze należy do frakcji benzolowej. Po chwili następuje przerwa w destylacji, a po pewnym czasie wzmaga się ona znowu, przyczem produkty destylacji przeprowadza się przez oddzielny separator *I*. Niewielka ilość destylatów, spływająca z tego separatora, gromadzi się w specjalnym zbiorniku. Po ostygnięciu kotła, przez dolny otwór *G*, zamykany szczelnym korkiem żelaznym, wyjmuje się pozostałość w postaci czarnej, wilgotnej, ale sypkiej masy. Benzol oczyszczony na skalę fabryczną wykazał własności różniące się nieznacznie od własności benzolu oczyszczonego laboratoryjnie, a mianowicie:

c. g. = 0,836/15°,

zdolność żywiczenia — przy 4% Tonsilu nieco ponad normę, przy $4^1/_2$% w granicach norm (do 15 mg/100 cm³),

destylacja Englera (rys. 3):

70°	pierwsza kropla
75°	1%
80°	10%
85°	36%
90°	62%
95°	76%
100°	83%
105°	87%
110°	90%
115°	92%
120°	94%
125°	95%
130°	96%



Rys. 3. *Krzywa destylacji benzolu oczyszczonego.*

Produkt drugi, o mniejszem znaczeniu dla ruchu fabrycznego, jest ciekawy pod względem chemicznym i będzie przedmiotem specjalnych badań laboratoryjnych, jak również odpadkowy, zużyty Tonsil. Narazie, ponieważ ziemia wyrzucana z kotła jest materjałem łatwopalnym, dorzuca się ją w małych porcjach do paliwa pod kotłami, ale nie jest wykluczone, że uda się zużytkować ją korzystniej.

Koszt przeróbki benzolu będzie dokładnie obliczony po dłuższym okresie ruchu. Według dotychczasowych obliczeń nie przekroczy on 4 gr na 1 kg benzolu.

Ponieważ produkt rafinowany okazał się bardzo pokupny i ma znacznie wyższą cenę niż su-

rowy, rentowność całego urządzenia nie ulega żadnej wątpliwości.

Opisane w tym artykule urządzenie do rafinowania benzolu ziemiami bielącemi zgłoszono do patentu.

Inż. MIECZYSŁAW SEIFERT

Nowe drogi w taryfikacji gazu.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Przeglądając zagraniczną prasę zawodową czy też sprawozdania z kongresów gazowniczych z ostatnich lat, dochodzi się do wniosku, że my — technicy — coraz mniej piszemy i mówimy o stronie technicznej naszej specjalności. Coraz więcej zaś uwagi poświęcamy zagadnieniom handlowym, a przedewszystkiem taryfikacji. I słusznie! Potrafimy wytwarzać ekonomicznie gaz i ekonomicznie go rozprowadzać. Jeżeli jeszcze ta i owa gazownia pracuje nieekonomicznie, przyczyny tego zjawiska należy szukać gdzie indziej. Przeważnie jest nią brak funduszów nietylko na celowe inwestycje, ale często nawet na należytą konserwację i remont istniejących urządzeń. Najwydatniejsze jednak teoretycznie urządzenia nie dają w praktyce zadawalających wyników, jeśli nie są odpowiednio wyzyskane. Tymczasem w ostatnich czterech, kryzysowych latach, wyzyskanie to nietylko nie wzrasta, ale wręcz przeciwnie — w większości zakładów — zmniejsza się, wskutek spadku konsumcji, powodując wzrost kosztu własnego gazu. Wytwarza się trudna sytuacja: im bardziej kurczy się siła nabywcza ludności, tem wyżej podnosi się koszt własny 1 m³ gazu. Tak modne dziś »nożyce« rozwierają się...

Jak temu przeciwdziałać?

Zanalizujmy pokrótce główne pozycje budżetu zakładu gazowego.

Po stronie wydatków mamy przedewszystkiem koszta rzeczowe: zakup surowca i innych materjałów, koszta zależne od cen rynkowych, które dzisiaj naogół nie wykazują dalszej tendencji zniżkowej. Tak reklamowana w ostatnich czasach obniżka ceny węgla i kosztów przewozu nie dała gazownictwu prawie żadnych korzyści, wręcz przeciwnie — utrudniła tylko konkurencję z węglem opałowym. Np. w Warszawie ta zniżka ceny węgla łącznie z obniżeniem kosztów przewozu stanowiła 2,35% ogólnej sumy wydatków Gazowni, w Krakowie — 1,70%.

Następnie idą wydatki personalne. Ta pozycja jest najbardziej atakowana: redukować pracowników i redukować im pobory! Możliwości w tym kierunku zostały przeważnie już dawno wyczerpane w czasie kilkuletnich zmagań z niepomyślną konjunkturą gospodarczą, gdyż była to najłatwiejsza droga do ograniczenia wydatków. Dalsze redukcje są w większości przypadków nietylko aspołeczne, ale gospodarczo niecelowe. Np. w większej gazowni, sprzedającej rocznie 6 000 000 m³ gazu, dla uzyskania tą drogą obniżenia ceny gazu o 1 grosz na m³, t. j. dla zaoszczędzenia w wydatkach personalnych 60 000 zł, trzebaby pozbawić pracy 20 pracowników o przeciętnej miesięcznej płacy 250 zł. Gdyby nawet okoliczności składały się tak, że zwolnienie tej ilości pracowników nie odbiłoby się ujemnie na normalnym ruchu zakładu, to i tak musielibyśmy dzisiaj głęboko zastanowić się nad temi dwiema gospodarczo i społecznie niewspółmiernemi ewentualnościami: z jednej strony minimalne, nie przedstawiające praktycznie dla konsumentów żadnego interesu obniżenie ceny gazu, z drugiej pozbawienie 20 rodzin źródła dochodu, a zatem całkowite zniszczenie ich siły gospodarczej i przerzucenie ciężaru ich utrzymania na fundusze społeczne. Podobnie niewspółmierne wyniki osiąga się przez obniżenie poborów. Przeprowadzona ostatnio w jednej z gazowni obniżka poborów o $7^1/_2$% dała oszczędność 40 000 zł rocznie. W przeliczeniu na 6 000 000 m³ gazu, sprzedawanego przez tę gazownię, wynosi to $^2/_3$ grosza na na 1 m³. Siła nabywcza konsumenta, któryby zapłacił miesięcznie za gaz o parę groszy mniej, nie wzrośnie, natomiast i tak już niska stopa życiowa pracownika gazowni obniży się o $7^1/_2$%.

Dalej figurują odpisy na amortyzację i fundusze rezerwowe. Na temat tej pozycji tyle już mówiło się i pisało w ostatnich latach, że rozwodzenie się nad nią jest zbyteczne. Nikt gospodarczo zdrowo myślący nie będzie w niej szukał pokrycia dla fikcyjnego obniżenia kosztów własnych.

Wkońcu po stronie wydatków mamy obciążenia na rzecz Gminy, które w dzisiejszych czasach prawie wszędzie gwałtownie wzrastają. Ocena tego faktu i jego wpływu na koszta własne zakładów nie leży w ramach niniejszego referatu, ale stanowi oddzielny temat dla prac Zjazdu.

Widzimy więc, że wydatniejsze obniżenie wydatków zakładów gazowych jest dzisiaj naogół mało realne.

Po stronie czynnej budżetu — oprócz wpły-

wów za gaz — widnieją dochody ze sprzedaży produktów ubocznych. Dochody te są zależne od stanu technicznego zakładu i od cen rynkowych. Ceny rynkowe są oczywiście od gazowni niezależne. Możliwości zwiększenia wpływów za produkty uboczne opierają się na podniesieniu jakości koksu, zmniejszeniu ilości koksu zużywanego na podpał, przerabianiu smoły surowej, wymywaniu z gazu benzolu, odpowiedniem wyzyskaniu wody amonjakalnej i t. d. Można je osiągnąć jedynie drogą nowych inwestycyj, a zatem drogą w dzisiejszych warunkach dla większości zakładów niedostępną.

Pozostaje więc jedynie pozycja wpływów za gaz. Musimy w obrębie niej dokonać takich przesunięć, aby globalna suma nie uległa uszczupleniu, względnie obniżyła się tylko nieznacznie, natomiast konsument mógł otrzymać gaz po cenie dostosowanej do jego zdolności płatniczej, co spowodowałoby wzrost oddania. Tu właśnie leży sedno zagadnienia taryfikacji.

Mechaniczne obniżenie ceny gazu o grosz czy parę groszy przynosi jedynie stratę gazowni, nie dając wzamian ani iskierki nadziei, że oddanie wzrośnie. Celowa taryfikacja idzie w tym kierunku, aby — przy zachowaniu minimalnej przeciętnej ceny, koniecznej do zrównoważenia budżetu — przyznawać wydatne obniżki tej kategorji konsumentów, która prawdopodobnie po uzyskaniu korzystnej dla siebie ceny zwiększy odpowiednio zużycie.

Nie tak dawne są czasy, kiedy do tej kategorji odbiorców zaliczano jedynie przemysł. Otrzymywał on nierzadko gaz po cenie zbliżającej się do kosztów własnych loco zbiornik. Nadeszły jednak »chude lata« i okazało się, że gospodarstwa domowe są — mimo dużego uszczuplenia ich środków finansowych — pewniejszą podstawą bytu gazownictwa, aniżeli olbrzymy przemysłowe. Rozpoczęła się rewizja taryf pod hasłem »Frontem ku szaremu człowiekowi!«

Jako pierwsza ofiara tych rewizjonistycznych tendencyj padła niepopularna naogół opłata stała, t. zw. czynsz za gazomierz, która doniedawna stanowiła integralną część racjonalnej taryfy gazowej. Opłatę stałą zniosły zupełnie m. i. Gazownie w Warszawie i Krakowie, a wiele zakładów obniżyło ją tak dalece, że straciła swe znaczenie. Podobny prąd obserwujemy w Niemczech, gdzie w poprzednich latach jedna gazownia za drugą zaprowadzały »Grundgebühr'y«, tak, że w r. 1933 ilość zakładów, opierających swe taryfy na tej zasadzie, doszła do 80%. W r. 1934 ruch ten ustał zupełnie, a obowiązujące opłaty stałe naogół zniżono.

Zniesienie jednak opłaty stałej i przerzucenie wszystkich kosztów stałych, spowodowanych przez konsumenta, na jednostkową cenę gazu jest pociągnięciem raczej społecznem, a nie propagandowem, ani też kupieckiem. Przynosi ono faktyczną ulgę tylko konsumentowi najmniejszemu, określanemu zazwyczaj mianem konsumenta deficytowego. Jest to konsument nie nastawiony na większe zapotrzebowanie, może więc podnieść swe zużycie tylko w bardzo ograniczonym zakresie, choćby cena gazu była dla niego najbardziej korzystna. Po zniesieniu opłaty stałej ta grupa odbiorców wzrasta zazwyczaj ilościowo, przybywają bowiem konsumenci, dla których czynsz za gazomierz stanowił już znaczniejsze obciążenie finansowe.

Objaw ten zaobserwowaliśmy również w Krakowie, gdzie po zniesieniu czynszu za gazomierze we wrześniu 1933 r. wzrosła ilość drobnych odbiorców i podniosła się nieco ich łączna konsumcja. Ówczesną zmianę taryfy omówiłem szczegółowo na poprzednim Zjeździe w Łodzi. Dała ona drobnym konsumentom do 45% obniżki, Gazowni zaś zahamowanie spadku oddania gazu, przy równoczesnym jednak — wprawdzie niewielkim — spadku wpływów.

Po przeprowadzeniu tej reformy taryfy, podyktowanej względami raczej społecznemi, należało dopiero zastanowić się nad drugą reformą, bardziej celową z punktu widzenia propagandy. Trzeba było stworzyć taryfę atrakcyjną dla tych gospodarstw domowych, które są w stanie przy odpowiedniej cenie gazu zwiększyć swą konsumcję.

Najprostszym sposobem jest przyznawanie konsumentom znaczniejszego opustu od nadwyżki zużycia gazu. Nadwyżkę tę oblicza się w stosunku do konsumcji w tym samym miesiącu roku ubiegłego, w stosunku do przeciętnej konsumcji miesięcznej z jakiegoś okresu i t. p. Po tej drodze poszły np. gazownie w Poznaniu i Warszawie. Próbę w tym kierunku przeprowadzono w Krakowie jeszcze w r. 1932 i 1933.

Opusty tego rodzaju mogą chwilowo spełnić swe zadanie zachęcenia konsumenta do wzmożonego posługiwania się gazem. Zaletą ich jest sprawiedliwe traktowanie wszystkich konsumentów, gdyż nawet najmniejszy odbiorca — w razie zwiększenia swej konsumcji — ma prawo do znaczniejszego rabatu. Noszą one jednak zasadniczo cha-

rakter przejściowy, tak, że ani gazownia nie może na nich budować swego systemu taryfikacji, ani też konsument nie może opierać na nich swego zapotrzebowania energji cieplnej.

Jeżeli takie indywidualne opusty od nadmiaru konsumcji ujmiemy w jednolity system taryfowy, przez określenie zgóry normy przeciętnego zużycia dla poszczególnych grup odbiorców, powstaje taryfa blokowa. Jest ona teoretycznie także sprawiedliwa, oczywiście, o ile każdy konsument znajdzie się w odpowiedniej dla siebie grupie czyli t. zw. »bloku«.

W praktyce największe trudności przedstawia ustalenie kryterjum, wedle którego konsumenci mają być zaszeregowani do tego lub innego bloku. Nawet Niemcy, którzy mają dziś taką wprawę w »gleichszaltowaniu«, nie są jeszcze zgodni na tym punkcie. Tworzenie grup na podstawie ilości przyborów lub t. zw. wartości przyłączenia odstręcza konsumentów od nabywania dalszych przyborów i rozszerzania instalacji. Ilość domowników jest w większych miastach trudna do ustalenia, pozatem taryfa oparta na tem kryterjum godziłaby w rodziny liczniejsze, które są zazwyczaj gospodarczo słabsze. Dotychczasowa konsumcja jest również miernikiem nieodpowiednim, przedewszystkiem zaś nie daje podstawy do zaszeregowania nowych konsumentów. Rozważane były również takie wartości, jak czynsz za mieszkanie i powierzchnia mieszkania, ale i te okazały się niedogodne. Najprostszem jest wzięcie pod uwagę ilości pokoi, ale i to kryterjum budzi poważne wątpliwości.

Taryfy blokowe stosowane są już w Polsce od kilku lat przez elektrownie, zwłaszcza okręgowe. Gazownictwo nasze dotychczas z nich nie korzysta. Także i my, w Krakowie, z różnych względów, nie kwapiliśmy się do nich i postanowiliśmy szukać rozwiązania problemu taryfowego na innej płaszczyźnie.

Zmianę taryfy poprzedziły — jak zwykle — odpowiednie studja statystyczne.

Wkońcu zdecydowaliśmy się na przebudowę taryfy na następujących zasadach:

Konsumenci drobni, którzy uzyskali już znaczną obniżkę w r. 1933 przez zniesienie opłat stałych, pozostali przy taryfie strefowej, uproszczonej nieco i obniżonej przez opuszczenie jednej strefy. Obniżka ta wynosi maksymalnie 6,4%, a korzystają z niej konsumenci zużywający ponad 10 m³ miesięcznie.

Natomiast konsumenci średni i więksi, którzy używają i mogą używać gazu w szerszym zakresie, otrzymali bardzo korzystną taryfę drabinkową z niskiemi stawkami 25, 20 a nawet 17 groszy za 1 m³.

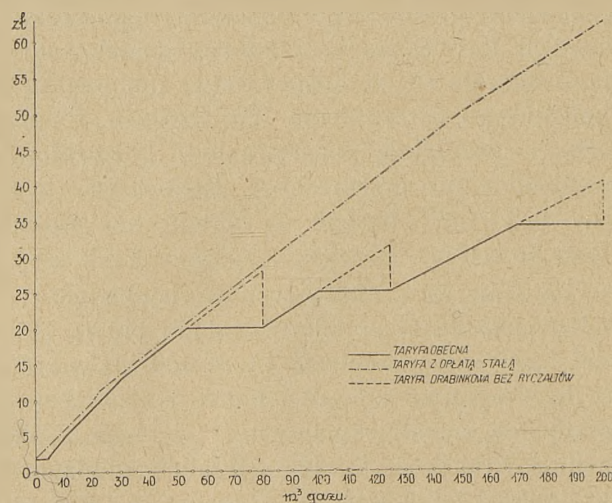
Taryfa drabinkowa w swej pierwotnej postaci jest zasadniczo niesprawiedliwa, gdyż wypalenie 1 m³ gazu mniej lub więcej może spowodować różnicę w rachunku o kilka złotych. Te różnice wyrównaliśmy zapomocą ryczałtów między poszczególnemi szczeblami, których dotychczas żadna gazownia w Polsce nie stosowała, przynajmniej w odniesieniu do gospodarstw domowych.

Jako podstawę szczeblowania wzięto — na zasadzie danych statystycznych — trzy typowe grupy konsumentów: gospodarstwo średnio ugazowione z konsumcją miesięczną do 80 m³, oraz gospodarstwa oparte całkowicie na opale gazowym: mniejsze z konsumcją miesięczną do 125 m³ i duże z konsumcją miesięczną do 200 m³.

Całkowita taryfa gazowa, obowiązująca w Krakowie od lutego r. b., przedstawia się następująco:

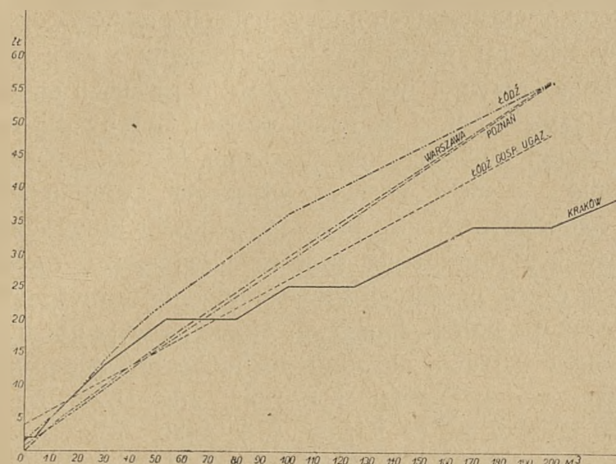
Pierwsze	10 m³	po 50 gr
dalsze	20 m³	po 40 gr
dalsze	23 m³	po 30 gr
od	54 — 80 m³	ryczałt zł 20,00
od	81—100 m³	całość po 25 gr
od	101—125 m³	ryczałt zł 25,00
od	126—170 m³	całość po 20 gr
od	171—200 m³	ryczałt zł 34,00
powyżej	200 m³	całość po 17 gr.

Z wykresu (rys. 1) widzimy, jak dużą obniżkę zapewnia nowa taryfa tym konsumentom, którzy



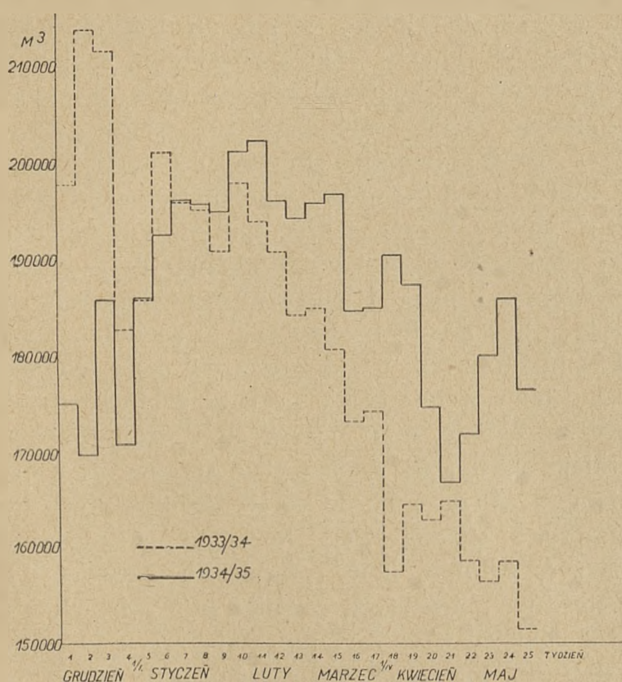
Rys. 1. *Wysokość miesięcznego rachunku za gaz w Krakowie przy dawnej taryfie z opłatą stałą i przy obecnej taryfie. Linja kreskowana wykazuje nieracjonalność taryfy drabinkowej bez ryczałtów.*

chcą naprawdę oprzeć swe gospodarstwo na gazie. Zaznaczyć należy, że dzięki tej taryfie, koszt gazu dla gospodarstw zgazyfikowanych jest w Krakowie znacznie niższy, aniżeli we wszystkich innych większych miastach Polski (rys. 2).



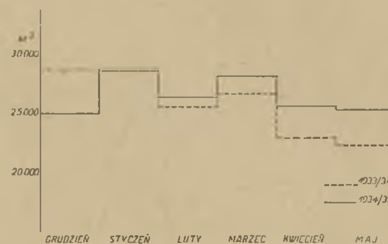
Rys. 2. *Wysokość miesięcznego rachunku za gaz w Krakowie przy obecnej taryfie w porównaniu z innemi większemi miastami Polski.*

W chwili wprowadzania w życie nowej taryfy ilość tych konsumentów była niewielka (ok. 10%), wobec czego na globalnej sumie wpływów za gaz nawet tak daleko idąca obniżka taryfy nie odbiła się zbyt silnie. Natomiast dzięki niskim stawkom,



Rys. 3. *Tygodniowe oddanie gazu w Krakowie w okresie grudzień—maj 1933/34 i 1934/35.*

dostosowanym do obecnych warunków gospodarczych, taryfa ta dawała nam pewność, że wpłynie decydująco na wzrost oddania. Istotnie, oddanie gazu, które w styczniu i z początkiem lutego r. b. było nieco niższe niż w tym samym okresie roku poprzedniego, zaczęło nagle wzrastać (rys. 3 i 4).



Rys. 4. *Średnie dzienne oddanie gazu w Krakowie w miesiącach grudzień—maj 1933/34 i 1934/35*

W lutym r. b. oddanie wykazało 3,02% przyrostu, w marcu 5,80%, w kwietniu 11,52%, w maju 13,59%, tak, że początkowy spadek wpływów za gaz został już wyrównany i w maju r. b. mieliśmy 2,8% nadwyżki w porównaniu do wpływów w maju 1934 r.

Uważamy, że jesteśmy na dobrej drodze.

Inż. TADEUSZ KIELANOWSKI

O nagryzających własnościach wód wodociągowych.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Wstęp.

Częstem stosunkowo zjawiskiem jest niedostateczna znajomość lub lekceważenie sprawy nagryzających własności pewnych wód wodociągowych. Brak znajomości tej kwestji może być — i jest często przyczyną szeregu przykrych zaburzeń produkcji wody. Poniższy referat, opierając się na bogatej, choć stosunkowo rozproszonej literaturze obcej, jak również na doświadczeniu Wodociągu Krakowskiego (który posiada wodę właśnie o powyższym charakterze), ma za zadanie zapoznać zainteresowanych z zagadnieniem nagryzających własności wody.

Rozdział I.

Zjawisko własności nagryzających wód wodociągowych interesuje nas, ponieważ własność ta wpływa ujemnie na jakość samej wody lub na urządzenia wodę dostarczające i rozprowadzające.

Z materjałów nas obchodzących, które podlegać mogą korozji, to metale: żelazo, ołów, cynk, cyna, miedź, oraz materjał, z którego prawie wyłącznie wykonywuje się zbiorniki — beton.

Zjawisko korozji metali pod wpływem wody polega na reakcjach elektrochemicznych. Zdolność przechodzenia metalu do roztworu uzależniona jest od prężności roztwórczej danego metalu i od stężenia jonów wodorowych w roztworze. Zatem w szeregu potencjalnym metali nas interesujących: miedź... cyna... ołów... żelazo... cynk, pierwsze przechodzą trudniej, ostatnie łatwiej do roztworu, a w środowisku kwaśniejszem, t. j. o większej koncentracji jonów wodorowych, proces przechodzenia do roztworu będzie szybszy. Zależność tę przedstawia poniższe równanie algebraiczne:

$$\begin{array}{c}\text{prężn. roztw.}\\ \text{metalu}\end{array} + \begin{array}{c}\text{stężenie}\\ \text{jonów wodor.}\end{array} = \begin{array}{c}\text{ciśn. osmot.}\\ \text{jonów metalu}\end{array} + \begin{array}{c}\text{prężn. roztw.}\\ \text{wodoru}\end{array}$$

Metal przechodzi do roztworu, jeśli lewa strona równania jest większa od prawej.

Powyższe tłumaczenie jest słuszne z punktu widzenia teorji, natomiast w praktyce, wskutek obecności w wodzie pewnych specjalnych związków chemicznych, sprawa się komplikuje. Występują zjawiska wtórne, które powodują opóźnianie lub przyśpieszanie nagryzania metali, tak, że ostatecznie dla otrzymania zupełnie ścisłego obrazu własności danej wody, zmuszeni jesteśmy właściwie każdą wodę badać oddzielnie, określając na podstawie obserwacji jej własności nagryzające.

Rozpatrując jednak cechy fizyczne różnych wód i ich składy chemiczne, można z dużem przybliżeniem przewidzieć, jakie cechy chemiczne i fizyczne mają pozytywny czy negatywny wpływ na nagryzające własności wody. Danych tych dostarczają nam doświadczenia, zdobywane stale w zakładach wodociągowych, jak również specjalne prace laboratoryjne.

Skutki nagryzających własności wód wodociągowych możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

1) Gdy woda naskutek zetknięcia się z metalami, a więc pompami, rurociągami, zbiornikami i t. d. częściowo je nagryza, t. j. rozpuszcza i w ten sposób nabiera sama cech ujemnych.
2) Gdy woda, nagryzając metale i beton, wpływa destrukcyjnie na urządzenia wodociągowe.

Przejdziemy do rozpatrzenia wypadku pierwszego.

Nagryzanie ołowiu. Woda, nagryzając rurociągi ołowiane, może stać się przyczyną masowych zatruć ołowianych. Jakkolwiek bowiem ilość ołowiu rozpuszczonego w wodzie, stale przez rurociąg ołowiany przepływającej, jest bardzo niewielka, wprost praktycznie równa zeru, to jednak, jeśli woda o własnościach nagryzających przebywa dłuższy czas np. przez noc w zetknięciu z rurą ołowianą, zawierać już może ołów w ilościach zupełnie pokaźnych. I te ilości ołowiu byłyby dla organizmu ludzkiego bez znaczenia, lecz — jak wiadomo — ołów posiada własności kumulacyjne i codzienne, choćby niewielkie dawki ołowiu pozostają w organiźmie, powodując wreszcie po pewnym czasie bardzo ciężkie zachorzenia, prowadzące nieraz do stałego kalectwa. Znane są wypadki masowego zatrucia ołowiem pochodzenia wodociągowego np. w Dessau w r. 1886, gdzie było około 100 wypadków, w Lipsku w r. 1930, oraz szereg sporadycznych wypadków zatruć ołowianych występujących w różnych miastach, i to mimo ścisłej kontroli laboratoryjnej wód wodociągowych. Do dziś dnia płaci jakoby gmina m. Lipska renty z tytułu zatrucia ołowiem.

Naogół trudno określić, jakie ilości ołowiu mogą się jeszcze znajdować w wodzie. Pewne zasady niemieckie twierdzą, że woda wodociągowa, która po 12 godzinach zetknięcia się z ołowiem rozpuszcza do 0,3 mg/l metalu, nadaje się jeszcze do użytku, natomiast według orzeczenia sądów niemieckich miasta odpowiedzialne są zawsze za ewentualne poszkodowania na zdrowiu obywateli, wynikające z obecności ołowiu w wodzie. W naszem ustawodawstwie sprawa obecności ołowiu w wodzie znalazła wyraz w rozporządzeniu Ministrów Spraw Wewn. i Op. Społ. z dnia 27 sierpnia 1933 r. W myśl tego rozporządzenia »... woda używana do picia i potrzeb gospodarczych nie może... być źródłem zatrucia... i zawierać związków metali ciężkich«. A zatem nie może być używana taka woda, która posiada zdolność rozpuszczania ołowiu, o ile oczywiście z drugiej strony istnieje obawa, że woda będzie stykała się z ołowiem, a zatem o ile do celów instalacyjnych dopuszczone zostaną rury ołowiane. Tu należy zaznaczyć, że ołów może przejść do roztworu i to w ilościach poważnych również przy wodach nieposiadających własności nagryzających, a to w wypadku np. lutowania czy łączenia rury ołowianej z innemi metalami. Powstaje bowiem wtedy ogniwo elektryczne, w którem elektrolitem jest woda za-

wierająca zawsze pewne ilości rozpuszczonych soli, w wyniku czego ołów w miejscu zetknięcia się z innym szlachetniejszym od siebie metalem przechodzi do roztworu. Istnieje również przypuszczenie, że w związku z rozpowszechnieniem radja, wskutek uziemiania anteny poprzez radjoodbiornik do wodociągowej ołowianej instalacji domowej, lub naskutek takiego uziemienia linji prądu elektrycznego przez kondensator czyli t. zw. »antenę świetlną«, mogą powstać warunki specjalne, w których pod wpływem niewielkich prądów elektrycznych, przechodzących przez rurociąg ołowiany do wody, nastąpi rozpuszczanie ołowiu. Zjawisko to jest zupełnie możliwe, jakkolwiek tego rodzaju próby, dokonywane w ciągu dłuższego czasu z doświadczalnym rurociągiem ołowianym, zainstalowanym w Wodociągu Krakowskim, nie dały pozytywnego rezultatu.

Nagryzanie żelaza: O ile sprawa rozpuszczania ołowiu ma bardzo ważne znaczenie przy kwalifikacji wód dla celów konsumcyjnych, to sprawa rozpuszczania żelaza z rur jest ważna zarówno ze względów powyższych, jak również przydatności do celów gospodarczych i przemysłowych.

Woda posiadająca własność rozpuszczania żelaza, a zatem zawierająca pewne ilości soli żelaza w roztworze, jakkolwiek dla zdrowia szkodliwa nie jest, to jednak ze względu na smak nie bywa chętnie spożywana w stanie surowym lub przegotowanym i nie nadaje się do przyrządzania szeregu potraw. W gospodarstwie domowem obecność żelaza daje się odczuć np. przy praniu, pozostają bowiem na bieliźnie ciemne plamy. Jeszcze bardziej nie nadaje się woda żelazista do celów przemysłowych, sprawa ta zresztą jest dostatecznie znana. Oczywiście, że zjawisko rozpuszczania żelaza z rurociągów jest tem przykrzejsze, o ile woda taka w miejscu produkcji była uprzednio odżelaziana. Proces ten jest w każdym razie dosyć kosztowny i w rezultacie nie zapewnił dostarczania konsumentom wody nieżelazistej.

Zjawisko wtórnego zażelaziania wody znane jest również w Wodociągu Krakowskim, gdzie woda przed wprowadzeniem jej do sieci zawiera ok. 0,03 mg/l Fe, tymczasem w poszczególnych odcinkach sieci ilość ta wzrasta do 0,15 mg/l, a nawet do 0,4 mg/l. Woda ta posiada stosunkowo poważne własności nagryzające, które wynikają z nadmiaru rozpuszczonego w niej dwutlenku węgla. Dzięki jednak obecności innych składników, wzrost zawartości żelaza rozpuszczonego nie jest jeszcze specjalnie niepokojący. Kwestja ta zostanie poniżej szczegółowiej omówiona.

Odmienną grupę stanowią skutki nagryzających własności wody, mające wpływ na same urządzenia wodociągowe. Skutki te, również bardzo przykre, prowadzą do silnych zaburzeń w produkcji i dostarczaniu wody, jak: przegryzanie koszy w studniach, lewarów, pomp i t. d., niszczenie betonowych zbiorników i przedewszystkiem szkody na sieci wodociągowej. Przy wodach o silnie zaakcentowanych własnościach nagryzających częste są wypadki przegryzania rur, co oczywiście powoduje ogromne straty, ponieważ przez dłuższy czas, zanim otwór nie powiększy się do wymiarów pokaźniejszych, woda wypływa w sposób niewidoczny. Szczególnie trudno jest znaleźć takie uszkodzenie, jeśli rurociąg ułożony jest w gruncie przepuszczalnym.

Nawet przy wodach o słabszych własnościach nagryzających szkody w rurociągu są bardzo znaczne, choć przedstawiają się odmiennie, jak w wypadku powyższym. Woda rozpuszcza żelazo z rur i jeśli zawiera dostateczną ilość tlenu, żelazo to w formie wodorotlenków osadza się na wewnętrznej powierzchni rury, a ponieważ objętość wodorotlenku żelaza jest stosunkowo duża, osad ten zmniejsza wybitnie przekrój rury. Znane są wypadki, kiedy w rurze 2″ osad wydzielony zajął tyle miejsca, że przez pozostały otwór z trudnością dał się przesunąć ołówek. W Wodociągu Krakowskim często spotyka się odcinki rurociągów o przekroju 100 mm, w których 30% przekroju i często więcej zarośnięte jest wydzielonym wodorotlenkiem żelaza. Oczywiście łatwo sobie wyobrazić, do jakich komplikacyj w zaopatrywaniu w wodę doprowadzić może tego rodzaju nieprzewidziane uprzednio zmniejszenie przekroju rurociągu, a kładzenie rurociągu z pewnym zapasem na późniejsze zmniejszenie czynnego przekroju pociąga za sobą oczywiście znaczne koszty. Sprawa ta jest tem bardziej przykra w domowych instalacjach wodociągowych; w instalacjach tych używa się pewnych ogólnie przyjętych przekroi rur, a tymczasem tutaj, wskutek specjalnych zjawisk, proces rdzewienia zachodzić może znacznie prędzej niż w sieci miejskiej. W rezultacie, po upływie nieraz niedługiego okresu czasu, woda na wyższe piętra przestaje dopływać. Poszkodowani mieszkańcy za stan taki czynią odpowiedzialnym zakład wodociągowy, sądzą bowiem iż ciśnienie w sieci jest za niskie. Odpowiedzialność za tego rodzaju zja-

wisko spada rzeczywiście na zakład wodociągowy, lecz nie z racji niskiego ciśnienia w sieci, ale niewłaściwej jakości wody, posiadającej własności nagryzające. Oczywiście, że najbardziej poszkodowaną stroną jest tu wodociąg, który — jak każdy producent — winien dbać, aby artykuł jego był powszechnie i bez ograniczeń dostarczany.

Takiej wodzie o charakterze korozyjnym towarzyszą jeszcze inne zjawiska, mogące się odbić w fatalny sposób na finansowej stronie gospodarki wodociągu. Mianowicie woda taka, nagryzając rurociąg, powoduje wydzielanie się wodorotlenku żelaza na ścianach rur; wodorotlenek ten odrywa się i wędruje następnie na wodomierze; tu częściowo osadza się na skrzydełkach, częściowo na sitku wodomierza. Prócz tego, naskutek samych nagryzających własności wody, postępuje niszczenie metalowych i ebonitowych części wodomierza tak, że w rezultacie otrzymuje się początkowo zwiększanie błędu wskazań wodomierza na niekorzyść wodociągu, aż wreszcie po pewnym czasie, jak to wynika z praktyki naszego Zakładu, wodomierz staje całkowicie, przepuszczając mimo to pewne ilości wody. Oczywiście straty z tego tytułu są najboleśniejsze, bo zmniejszają wpływy za wodę. Mimo to często brak jest znajomości i zrozumienia dla przyczyn, które straty takie powodują, a zatem dla nagryzających własności wód wodociągowych.

Przejdziemy teraz do omówienia poszczególnych czynników, mających znaczenie przy udzielaniu lub pozbawianiu wody własności nagryzających.

Ruch wody w rurociągu. Gdyby ruch ten był stale równomierny, to wszystkie procesy tworzenia lub narastania produktów nagryzania rur, a więc — jak przy żelazie — rdzy, odbywałyby się równomiernie. Ponieważ jednak pobór wody ulega ciągłym wahaniom, następują raptowne nieraz zmiany w ciśnieniu i szybkości, co w rezultacie powoduje odrywanie się słabo naogół przylegających warstw rdzy. Oderwana rdza wędruje razem z wodą, dostaje się do konsumenta, a częściowo osadza się w tych miejscach rurociągu, w których przepływ jest słabszy. Celem usunięcia z rur gromadzącego się osadu stosuje się t. zw. płókanie sieci, t. j. wypuszczanie dużej ilości wody z hydrantów ulicznych, względnie inny sposób czyszczenia. Oczywiście przy takich procesach następuje usunięcie nagromadzonego osadu ze ścian rurociągu, w rezultacie rura zostaje pozbawiona nawet tej słabej ochrony przed dalszą korozją, jaką daje warstwa wodorotlenków żelaza, i proces rdzewienia postępuje teraz szybciej. Ruch wody w pewnych warunkach może jednak działać pasywnie, opóźniając w ten sposób procesy nagryzania. Zrozumiałym wobec tego stałby się fakt, że w przewodach domowych, w których następują długie nieraz przerwy w poborze wody, procesy rdzewienia i zarastania rurociągu postępują szybciej niż w sieci wodociągowej, w której woda przepływa bez żadnej przerwy.

Temperatura wody. Wszystkie reakcje zachodzące w rurociągu, czy wogóle reakcje związane z nagryzającem działaniem wód wodociągowych, zachodzą naogół bardzo powoli. Ponieważ zmiany temperatury wody między okresem letnim a zimowym są niewielkie i nie przekraczają w najgorszym wypadku 20° C, nie można wobec tego mówić o istotnym wpływie tych różnic temperatury na zmianę szybkości reakcyj nagryzających. Oczywiście nie odnosi się to do urządzeń, w których woda jest sztucznie podgrzewana. Tam sprawa przedstawia się zupełnie odmiennie. Wskutek podwyższonej temperatury nietylko następuje przyśpieszanie pewnych procesów chemicznych, lecz również zostają naruszone pewne stany równowagi, co w rezultacie daje szereg zjawisk wtórnych, przyśpieszających lub opóźniających nagryzanie metalu.

Wysokość temperatury wody wodociągowej może nie być bez znaczenia. Np. przy wodach, mających stale temperaturę niższą od 18° C, nie można jako materjału instalacyjnego używać cyny, która — jak wiemy — podlega poniżej tej temperatury t. zw. trądowi cynowemu. Nie bez znaczenia są różnice temperatury w samej instalacji wodociągowej, mogą one bowiem być przyczyną powstawania termoelementów, co staje się powodem szybszego przechodzenia do roztworu metalu. Stwierdzono np., że w instalacji domowej między dwiema rurami, napełnionemi jedna zimną, druga gorącą wodą, występuje różnica potencjałów ok. 0,01 V. Oczywiście, że zjawisko to jest specjalnie niebezpieczne przy użyciu rur ołowianych.

Kwasowość. Wody kwaśne, t. j. takie, których p_H jest poniżej 7, posiadają zawsze w mniejszym lub większym stopniu własności korozyjne i nagryzają beton i metale. Naogół jest obojętne czy niska wartość p_H pochodzi z rozpuszczonego dwutlenku węgla, składnika w wodzie najbardziej pospolitego, czy też z wolnych kwasów mineralnych,

jak solnego i siarkowego, ew. organicznych, jak tłuszczowych i humusowych.

Kwasowość wody i zależność własności nagryzających wody od p_H jest przedewszystkiem związana z twardością węglanową czyli t. zw. przemijającą. Wg. Grossa zależność ta przedstawia się następująco:

Woda ma własności korozyjne, jeżeli przy twardości węglanowej:	Wielkość p_H jest mniejsza niż:
0 ÷ 3° n.	8,0
3 ÷ 4° n.	7,9
4 ÷ 5° n.	7,8
5 ÷ 6° n.	7,7
6 ÷ 7° n.	7,6
ponad 7° n.	7,5 ÷ 7,4

Czasem jednak powyższe zależności ulec mogą pewnym zmianom. Przyczyną tego może być np. obecność w wodzie dużej ilości chlorków i siarczanów. W tym wypadku wielkość p_H wypada niższa, niż to wynika z powyższej tabeli. Np. dla wody krakowskiej, która zawiera ok. 60 mg/l chlorków i ok. 50 mg/l siarczanów, obniżenie wielkości p_H wynosi ok. 0,20 w stosunku do p_H przewidzianego zarówno w powyższej tabeli, jak również z zależności istniejącej między wielkością p_H a twardością węglanową i rozpuszczonym dwutlenkiem węgla.

Siarczany. Jak wiadomo, obecność siarczanów w wodzie w ilościach nadmiernych jest wybitnie niekorzystna przy użyciu takiej wody dla zasilania kotłów. Pozatem wody z dużą zawartością siarczanów nagryzają silnie beton, tworzą się bowiem siarczany glinowo-wapniowe, które łączą się z wodą i dają ciała o większej objętości, co w rezultacie prowadzi do kruszenia i rozpadania się betonu. Trudno jest ustalić granicę, w której zaczyna się uwidaczniać ujemne działanie siarczanów. Nasze przepisy dopuszczają do picia i celów gospodarczych wodę o zawartości nie większej niż 100 mg/l SO_4, jest to już granica dość wysoka.

Chlorki. Obecność chlorków w wodzie w ilościach ponad 100 mg/l jest przyczyną zwiększania zdolności korozyjnych, szczególnie odczuwa się to tam, gdzie panuje wysoka temperatura i ciśnienie, a więc w kotłach. Chlorki, jak i siarczany. obecne w większych ilościach w wodzie, przyśpieszają nagryzanie cynku i cyny już na zimno. Chlorki szczególnie w obecności dużej ilości rozpuszczonego tlenu powodują nagryzanie ołowiu. Według norm u nas obowiązujących, ilość chlorków w wodzie nie powinna przekraczać 250 mg/l, jest to również granica dość wysoka, bo przy tej ilości chlorków, w wypadku np. chlorku sodu, można odczuć słonawy smak wody.

Wolny chlor. Przy powszechnie stosowanej metodzie odkażania wody wolnym chlorem zdarzyć się może, że nadmierne ilości wolnego chloru znajdą się w wodzie. Oczywiście przy dobrej kontroli chlorowania fakt ten nastąpić nie powinien. W wypadku takich zwiększonych ilości wolnego chloru, woda może uzyskać własności korozyjne. Jeżeli proces chlorowania odbywa się właściwie, to dawka chloru nie przekracza kilku dziesiętnych mg/l. Chlor absorbuje się w wodzie bardzo prędko, tak, że po kilkunastu minutach ilość pozostałego chloru wynosi zaledwie parę setnych mg/l. Szybkość absorbcji wolnego chloru zależy w dużej mierze od temperatury wody. W zimie, gdy woda posiada temperaturę kilku stopni powyżej zera, absorbcja zachodzi powoli i nawet po szeregu godzin chlor jest w stanie niezwiązanym. Natomiast w temperaturze kilkunastu stopni C absorbcja postępuje kilkakrotnie szybciej. W każdym razie przy racjonalnie prowadzonym procesie chlorowania, w rurociągu znajduje się nie więcej jak kilka setnych mg/l chloru wolnego. Ilości te z punktu widzenia własności nagryzających są praktycznie bez znaczenia. Często jednak proces chlorowania wody może mieć pośredni wpływ na jej korozyjność. Proces ten naskutek pewnych prostych reakcyj chemicznych powoduje wzrost kwasowości wody, nieraz nawet w granicach kilku dziesiętnych p_H. Oczywiście, że jest to zjawisko niepomyślne, przedewszystkiem jednak tam, gdzie — jak wynika z charakteru danej wody — ta niewielka zmiana p_H może wodzie o własnościach słabo lub niekorozyjnych nadać cechy bardziej zdecydowanie ujemne. Praktyka wykazała, że wody bardzo miękkie, które naogół działają korozyjnie, nabierają pod wpływem chlorowania wybitniejszych własności nagryzających.

Azotany w ilościach większych niż 50 mg/l N_2O_5 udzielają wodzie cech nagryzających, przedewszystkiem w stosunku do ołowiu. Obecność w nadmiarze azotanów ma jeszcze inne ujemne skutki. Jak wiadomo, rury żelazne o małem świetle, używane w instalacjach domowych, posiadają przeważnie warstwę cynku jako ochronę przed rdzewieniem. Przy wodach o charakterze korozyjnym cynk ten przechodzi do roztworu, redukując azotany do azotynów. Zjawisko to może być przykre w gospodarstwie domowem, mięso bowiem gotowane w ta-

kiej wodzie barwi się na niemiły kolor czerwony.

Tlen. Wody miękkie, o twardości przemijającej poniżej 7⁰n., bogate w tlen posiadają naogół silne własności nagryzające, np. woda destylowana, nasycona tlenem, jest wybitnie korozyjna. Wody twardsze są naogół mniej czułe na obecność tlenu i jeszcze przy 9 mg/l nie posiadają własności nagryzających. Zjawisko to tłumaczy się tem, że wody o twardości przemijającej powyżej 7⁰ n. posiadają przeważnie zdolność tworzenia na ściankach przewodów cienkiej warstwy ochronnej, która uniemożliwia dalsze stykanie się zawartego w wodzie tlenu z metalem.

Według prof. Tillmansa trudno jest ogólnie mówić o dodatniem czy ujemnem działaniu rozpuszczonego tlenu w wodzie i należy wpływ tlenu rozpatrywać dla każdej wody oddzielnie, z uwzględnieniem innych czynników chemicznych i fizycznych. Np. rozpuszczony w wodzie tlen, w czasie przepływu takiej wody przez rurociąg, może nadać ścianom rury pewne własności pasywne, uodparniające na nagryzanie, natomiast ta sama woda, przebywając w rurze nieruchomo, atakuje silnie metal i proces rdzewienia jest szybszy. Powyższe rozumowanie znajduje uzasadnienie w obserwacjach na sieci wodociągowej; znane jest zjawisko, że rurociągi końcowe, gdzie odbiór wody jest słaby, bardzo szybko rdzewieją i woda zawiera duże ilości żelaza rozpuszczonego lub w formie zawiesiny wodorotlenku. To samo zachodzi w omówionem poprzednio zjawisku szybkiego rdzewienia połączeń domowych.

Proces rdzewienia żelaza pod wpływem rozpuszczonego w wodzie tlenu zachodzi w następującej kolejności. Żelazo przechodzi do roztworu w postaci dwuwartościowych jonów dodatnich Fe^{++}, łączy się z ujemnemi jonami OH^-, które stale znajdują się w wodzie, na $Fe(OH)_2$, pozostałe jony H^+, oddając swój ładunek przechodzącym do roztworu jonom żelaza, osadzają się na powierzchni metalu w formie warstwy wodoru, następuje polaryzacja i proces rozpuszczania żelaza byłby zahamowany. Jednak wskutek obecności rozpuszczonego w wodzie tlenu, łączy się on z powstałym wodorem na wodę (nie jest wykluczone, że wodorotlenek żelaza spełnia tu rolę katalizatora) i w ten sposób nowe ilości żelaza przechodzić mogą do roztworu; proces rdzewienia następuje w dalszym ciągu aż do wyczerpania się depolaryzatora czyli tlenu.

Najniebezpieczniejszy tlen to taki, który znajduje się w wodzie w pobliżu granicy nasycenia lub nawet w nadmiarze. Naskutek raptownego zmniejszenia się ciśnienia przy większym poborze wody, czy też spowodu zmiany temperatury, rozpuszczony tlen wydziela się w postaci pęcherzyków na wewnętrznej powierzchni rury. Wg. prof. Eisensteckena proces rdzewienia postępuje wtedy następująco. Bańka wydzielonego powietrza zostaje otoczona po pewnym czasie warstewką dwuwartościowego wodorotlenku żelaza (produktu nagryzania rury żelaznej). Ten dwuwartościowy wodorotlenek żelaza, pod wpływem zawartego w wodzie tlenu, przechodzi w wodorotlenek trójwartościowy, a następnie w Fe_2O_3, a nawet Fe_3O_4. Woda przesiąka przez twardniejącą skorupę tlenków żelaza i między nią a żelazem, wskutek różnic potencjałów, zaczyna wędrować pewien minimalny prąd elektryczny, co wreszcie prowadzi do lokalnego przeżarcia żelaznej rury. Doświadczenia dokonywane z wodą gorącą w boilerach potwierdziły tę teorję, a pokrywa się to w zupełności z obserwacjami nad siecią wodociągową. Oczywiście, tutaj procesy te zachodzą bardziej powoli.

Obecność tlenu w wodzie ma również decydujące znaczenie na zdolność nagryzania rur ołowianych. Rury ołowiane zaopatrzone są często w wewnętrzną warstwę siarczku ołowiu (t. zw. siarkowane). Ma to jakoby na celu utrudnić zetknięcie się wody bezpośrednio z metalem, a tem samem uniemożliwić jego rozpuszczanie. W wypadku jednak wód o dużej zawartości tlenu, rury siarkowane znacznie prędzej ulegają nagryzaniu i w rezultacie woda zawiera większe ilości ołowiu. Albowiem trudnorozpuszczalny siarczek ołowiu, pod wpływem zetknięcia się z obecnym w wodzie tlenem, przechodzi w stosunkowo lepiej rozpuszczalny siarczan ołowiu. Przy wodach uboższych w tlen, zjawisko powyższe zachodzi bardzo powoli lub nie zachodzi wcale. Jednak i tu rury ołowiane siarkowane mogą być przyczyną przechodzenia większych ilości ołowiu do roztworu. Mianowicie naskutek defektów na sieci, czy też w wypadku dużego poboru wody na ulicy lub niższych piętrach, może nastąpić czasowe opróżnienie ołowianej rury z wody i wtedy proces utleniania wilgotnych siarczków tlenem z powietrza postępuje szybciej, a z chwilą ponownego wypełnienia rurociągu ołów przechodzi do roztworu.

Należy zaznaczyć, że — jak w stosunku do żelaza, tak i do ołowiu — rozpuszczony tlen tylko przy wodach miękkich ma zdecydowane własności

nagryzające. Wody twardsze, jak już było nadmienione, wydzielają najczęściej z biegiem czasu na powierzchni rury ochronną warstwę węglanów wapnia, tak, że większa czy mniejsza zawartość tlenu nie odgrywa wybitniejszej roli. Tu trzeba nadmienić, że do wydzielenia takiej ochronnej warstwy potrzebny jest jednak tlen, o czem poniżej.

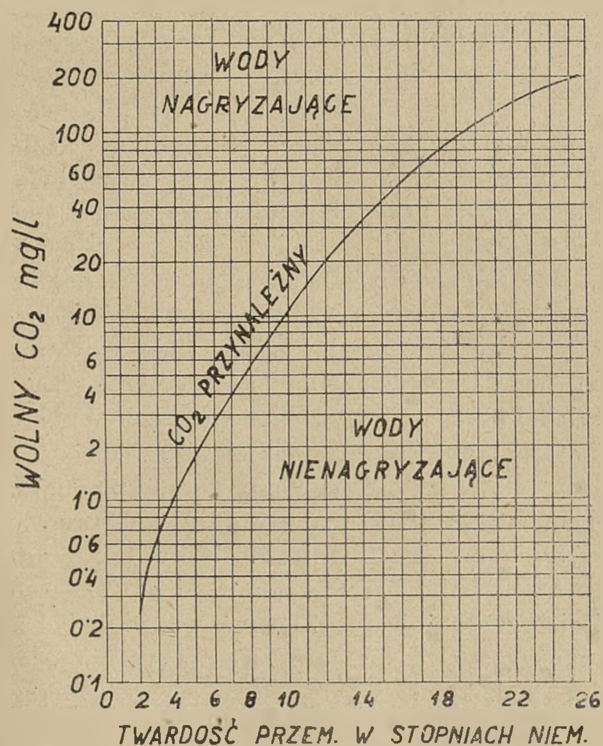
Dwutlenek węgla. W każdej wodzie znajduje się pewna ilość dwutlenku węgla. Rozróżniamy następujące rodzaje tego dwutlenku:

1) CO_2 całkowicie i pół związany t. j. taki, który znajduje się w wodzie w postaci obojętnych i kwaśnych węglanów wapnia i magnezu, oraz

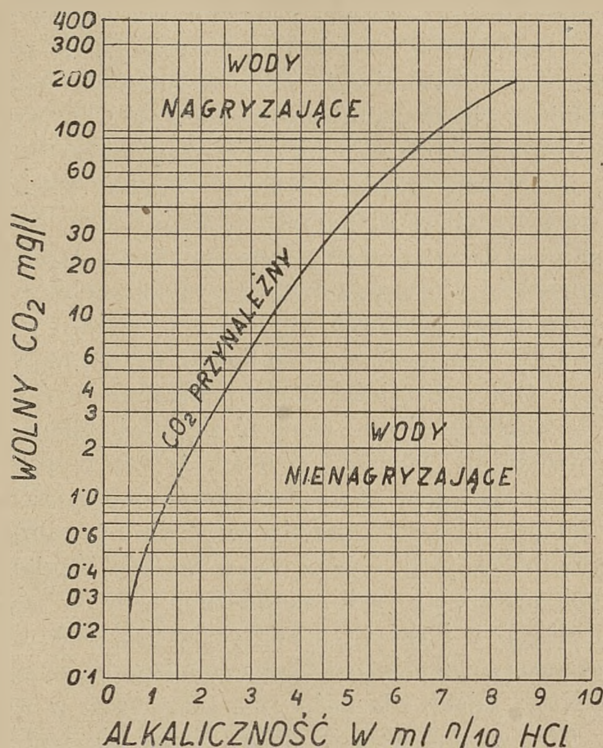
2) CO_2 wolny.

Ten ostatni rozróżnić należy na dwutlenek węgla, który niezbędny jest w wodzie w celu utrzymania w roztworze kwaśnego węglanu wapnia, ten dwutlenek węgla nazywa się »przynależny«, oraz dwutlenek węgla obecny w wodzie w nadmiarze czyli t. zw. »nagryzający«.

Ilość wolnego przynależnego dwutlenku węgla zależy ściśle od twardości węglanowej, a zależność tę ilustruje krzywa na rys. 1. Z krzywej widzimy, że początkowo ilość CO_2 przynależnego jest stosunkowo bardzo mała i rośnie szybko w miarę zwiększania się twardości węglanowej (przemijającej). Krzywa na rys. 2 uwidacznia tę samą zależność, lecz nie od twardości węglanowej, ale od jej funkcji t. zw. alkaliczności.

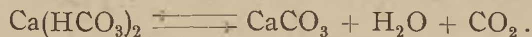


Rys. 1. *Krzywa zawartości w wodzie przynależnego CO_2 w zależności od twardości węglanowej.*



Rys. 2. *Krzywa zawartości w wodzie przynależnego CO_2 w zależności od alkaliczności.*

Wzajemne zależności między CO_2 związanym i wolnym ilustruje poniższe równanie chemiczne:



$$Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 + H_2O + CO_2.$$

Jeśli zatem rozpuścimy w wodzie kwaśny węglan wapnia, to ustali się powyższy stan równowagi. Jeżeli do tego roztworu zaczniemy dodawać CO_2, to równowaga zostanie naruszona i równanie przesunie się z prawa na lewo; z chwilą kiedy ilość dodawanego CO_2 osiągnie wielkość równą CO_2 przynależnego (który niezbędny jest do utrzymania kwaśnego węglanu wapnia w roztworze), cała ilość obojętnego węglanu wapnia przejdzie do roztworu. Każdy niewielki nadmiar ponad ilość CO_2 przynależnego jest CO_2 nagryzającym. Obecność tego składnika w wodzie decyduje przedewszystkiem o nagryzających własnościach danej wody. Rozpuszczony w wodzie CO_2 tylko w nieznacznym stopniu tworzy z wodą H_2CO_3 czyli kwas węglowy; doświadczenia stwierdziły, że z ilości 0,35 mg CO_2, rozpuszczonego w 1 litrze wody w temp. 4^0 C, tylko 0,7% znajduje się w postaci kwasu węglowego, reszta jest w roztworze jako bezwodnik.

Jednak i taka niewielka zdolność tworzenia się kwasu węglowego z wolnego CO_2 wpływa wybitnie na udzielanie wodzie własności nagryzających i to zarówno w stosunku do betonu jak i metali. Węglan wapnia z betonu pod wpływem rozpuszczonego w wodzie CO_2 przechodzi do roztworu. Oczywiście niecały wolny dwutlenek węgla, znajdujący się w nadmiarze ponad ilość CO_2 przynależnego, wejdzie w połączenie z węglanem wapnia, utworzony bowiem kwaśny węglan wapnia dla pozostania w roztworze wymaga znów pewnych ilości dwutlenku węgla przynależnego. Istnieją odpowiednio ułożone tablice, pozwalające obliczyć, ile przy danej twardości węglanowej z całego wolnego CO_2 przypada na dwutlenek węgla nagryzający. Obliczone ilości mogą jednak nie być zupełnie dokładne i nie zgadzać się z określonemi doświadczalnie. Pochodzi to stąd, że woda oprócz soli wapniowych w postaci węglanów może zawierać jeszcze inne sole wapnia, względnie że oprócz węglanów wapnia obecne są w wodzie węglany innych metali, np. sodu, magnezu i t. d. W tych wypadkach o ilości CO_2 nagryzającego może dokładnie odpowiedzieć specjalna analiza chemiczna.

Nagryzające własności rozpuszczonego w wodzie CO_2 w stosunku do żelaza dadzą się wytłumaczyć następująco. Przedewszystkiem, jak wiadomo, obecny w wodzie CO_2 znajduje się częściowo jako kwas węglowy, częściowo zdysocjowany wg. wzoru:



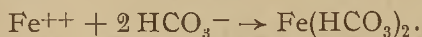
$$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-.$$

Żelazo metaliczne z rur w zetknięciu się z jonami wodorowemi przechodzi do roztworu jako jon Fe^{++}:



$$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{++} + H_2.$$

Wydzielony wolny wodór łączy się z tlenem rozpuszczonym w wodzie na wodę, a jon Fe^{++} z resztą kwasową kwasu węglowego — na kwaśny węglan żelaza:



$$Fe^{++} + 2HCO_3^- \rightarrow Fe(HCO_3)_2.$$

Związek ten w razie obecności większej ilości tlenu utlenia się i tworzy brunatną zawiesinę wodorotlenku żelaza. W wodach ubogich w tlen proces ten zachodzi dopiero po zetknięciu się wody z powietrzem, t. j. po opuszczeniu przez wodę rurociągu. Wtedy klarowny roztwór węglanu żelaza pod wpływem tlenu z powietrza przechodzi w wodorotlenek, woda mętnieje i barwi się na brunatno.

W wypadku marmuru i innych węglanów wapnia niecała ilość rozpuszczonego CO_2 miała charakter korozyjny, ale jedynie CO_2 rozpuszczony ponad ilość przynależnego, czyli t. zw. nagryzający. Natomiast w stosunku do żelaza wszystek wolny CO_2, a zatem i przynależny ma własności nagryzające, lecz z drugiej strony niezawsze ten CO_2 posiada praktycznie zdolności nagryzające w stosunku do żelaza. Tę pozorną sprzeczność tłumaczy doskonale klasyczne doświadczenie, przeprowadzone przez prof. Tillmansa w dwóch naczyniach napełnionych:

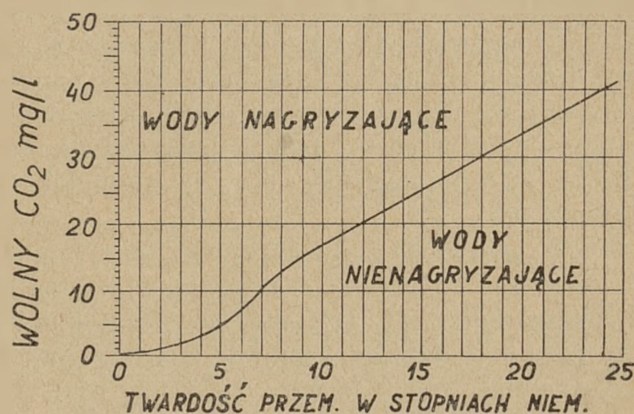
1) wodą o zawartości 26,5 mg/l CO_2 związanego i 30 mg/l CO_2 wolnego, co odpowiada ok. 26,5 mg/l CO_2 nagryzającego,
2) wodą o zawartości 97,5 mg/l CO_2 związanego i 22,5 mg/l CO_2 wolnego, czyli w ilości CO_2 przynależnego, a zatem 0 mg/l nagryzającego.

Do naczyń tych zanurzono drut z chemicznie czystego żelaza. W obu naczyniach rozpoczął się zaraz proces rdzewienia i woda mętniała od wydzielonego wodorotlenku żelaza (woda w obu naczyniach stykała się z powietrzem). Po pewnym czasie wodę z naczyń wylano i zastąpiono ją świeżą, o tym samym co poprzednio składzie. Po zmianie wody zaobserwować można było wybitną różnicę. W naczyniu, gdzie w wodzie znajdował się CO_2 nagryzający, proces rdzewienia postępował w dalszym ciągu i woda ciągle mętniała od wydzielonego wodorotlenku żelaza. W naczyniu drugiem, proces rdzewienia uległ zahamowaniu i woda pozostała prawie zupełnie klarowną. Przyczyna tej różnicy jest następująca. Tam, gdzie CO_2 był w ilości zaledwie dostatecznej do utrzymania kwaśnego węglanu wapnia w roztworze, z chwilą zanurzenia drutu żelaznego część CO_2 przynależnego weszła w połączenie z żelazem, a zatem dla zachowania równowagi wydzielić się musiała pewna ilość obojętnego węglanu wapnia w formie osadu, który łącznie z wodorotlenkiem żelaza, powstałym z rozpadu węglanu żelaza, dał warstwę ochronną na powierzchni metalu. Warstwa ta zabezpieczyła żelazo od zetknięcia się z dwutlenkiem węgla i uniemożliwiła dalsze jego nagryzanie. Wygląd i własności wydzielonego osadu potwierdzają to przypuszczenie. Osad miał barwę jasną, był twardy i silnie przylegający do żelaza, a pod mikroskopem dały się stwierdzić kryształki węglanu wapnia. Natomiast w naczyniu, gdzie był CO_2 nagryzający, osad miał barwę brunatną i odpadał przy najlżejszem dotknięciu. Z powyższego doświadczenia można stwierdzić, że proces nagryzania żelaza naskutek działania wolnego CO_2 zachodzi początkowo bez względu, czy jest to CO_2 nagryzający, czy też przynależny. W drugim jednak wypadku po upływie pewnego czasu proces uległ zahamo-

waniu, a na powierzchni metalu utworzyła się ochronna warstwa węglanu wapnia. Tam natomiast, gdzie CO_2 znajduje się w nadmiarze, warstwa taka utworzyć się nie mogła i nagryzanie metalu postępowało bez przeszkody. W związku z temi zjawiskami rozpuszczony w wodzie CO_2 nie należy określać jako w stosunku do żelaza »nagryzający«, lecz »dwutlenek węgla, uniemożliwiający tworzenie się warstwy ochronnej«.

Zdolność wydzielania warstwy ochronnej przez daną wodę uzależniona jest od wzajemnych stosunków między dwutlenkiem węgla wolnym, a twardością węglanową. Zależność tę przedstawiała krzywa na rys. 1, ew. rys. 2. Z krzywej tej widzimy, że wody miękkie nie mogą posiadać zdolności tworzenia ochronnej warstwy węglanu wapnia, gdyż w wodach takich przy niskiej twardości węglanowej ilość dwutlenku węgla przynależnego jest bardzo mała, a zatem prawie cała ilość rozpuszczonego CO_2 jest już dwutlenkiem węgla nagryzającym. Przy wodach twardszych możliwość wydzielania warstwy ochronnej jest większa, bowiem tutaj dla utrzymania w roztworze kwaśnego węglanu wapnia potrzebna jest stosunkowo duża ilość CO_2 przynależnego. Granicą między wodami typu nagryzającego a nienagryzającego jest krzywa wykreślona dla CO_2 przynależnego. W tym wypadku własności nagryzające rozumieć należy w stosunku do węglanu wapnia, np. marmuru. Jak wiemy, wody zawierające wolny CO_2, chociażby w ilości tylko przynależnego, nagryzają jednak żelazo, a dopiero po pewnym czasie tworzy się warstwa ochronna. Czas ten zależny jest od ilości CO_2 przynależnego, im jest go więcej, t. j. im woda ma wyższą twardość węglanową, tem ubytek niewielkiej jego ilości będzie procentowo mniejszy i później wskutek tego nastąpi wydzielanie się warstwy ochronnej. Zatem woda twarda, która leży na krzywej CO_2 przynależnego lub niewiele poniżej tej krzywej, nagryzając żelazo, tak »późno« zacznie wydzielać warstwę ochronną, że praktycznie biorąc warstwy tej nie wydzieli. W związku z tem zjawiskiem Erwin Gross podaje krzywą podziału na wody nagryzające i nienagryzające, która została opracowana na podstawie danych doświadczalnych, a przebieg jej odpowiada powyższym założeniom (rys. 3).

Przy własnościach tlenu zaznaczono, że do wydzielenia warstwy ochronnej niezbędny jest tlen rozpuszczony w wodzie. W wodach beztlenowych, które zawierają CO_2 nagryzający, nie następuje wydzielanie się węglanu wapnia na ściankach rur, a jedynie występuje równomierne rozpuszczanie żelaza. Żelazo to przechodzi do roztworu w formie węglanu. Dopiero kiedy w wodzie obecny jest oprócz dwutlenku węgla — tlen, tworzy się z węglanu żelaza wodorotlenek, który osadza się w formie cienkiej warstewki, będącej podłożem do wydzielania się w dalszym ciągu węglanu wapnia. Warstwa ochronna na przewodach ołowianych jest również mieszaniną naniesionego wodorotlenku żelaza i wydzielonego węglanu wapnia.



Rys. 3. *Krzywa podziału wód na nagryzające i nienagryzające wg. Grossa.*

Rozdział II.

W celu zapobiegania ujemnym skutkom działania nagryzających wód wodociągowych stosuje się szereg środków. Środki te mają za zadanie uniemożliwić bezpośrednie zetknięcie metalu z wodą. Rury o dużych dymensjach są izolowane warstwą asfaltu czy też produktów destylacji ropy naftowej. Sposób ten nie daje zupełnej gwarancji, bowiem przy transporcie, obróbce, łączeniu i t. d. izolacja odpada, metal styka się z wodą i ulega nagryzaniu. Rury żelazne o mniejszych przekrojach pokrywane są wewnątrz warstwą cynku dla zabezpieczenia przed rdzewieniem. Jest to niezbyt celowe, bowiem cynk łatwiej ulega nagryzaniu niż żelazo i w rezultacie po rozpuszczeniu cienkiej warstwy cynku następuje proces rdzewienia żelaza. Cynk rozpuszczony w wodzie nie działa ujemnie na organizm i tego rodzaju zatrucia wodą wodociągową nie są znane. O łatwości rozpuszczania cynku mówi np. fakt, że części mosiężne wodomierzy, zainstalowane w sieci krakowskiej, w bardzo szybkim czasie niszczeją naskutek wymywania z mosiądzu cynku. Należy tu zaznaczyć, że woda

Wodociągu Krakowskiego należy do typu wód nagryzających, wskutek obecności w niej nagryzającego dwutlenku węgla w ilości ok. 15 mg/l.

Rury ołowiane dla ochrony przed działaniem wody pokrywa się warstewką siarczku ołowiu. Jak już było wspomniane, ta warstwa »ochronna« może być raczej przyczyną silniejszego zaołowienia wody.

Rozpatrując sposoby ochrony urządzeń wodociągowych przed ujemnemi skutkami korozyjnej wody, stwierdzić można, że bez względu na to, czy korozja występuje naskutek nadmiernej ilości chlorków, siarczanów, azotanów i t. d., czy ze względu na rozpuszczony w wodzie tlen lub dwutlenek węgla, czy też spowodu nadmiernej kwasowości — we wszystkich tych wypadkach żadne środki ochronne nie dają zupełnej gwarancji ochrony metalu przed nagryzaniem. Istnieje jedna jedyna możliwość, a to pozbawienie wody jej własności nagryzających.

Jak widzieliśmy, każdy ze składników wody w zależności od stężenia ma pewien wpływ na jej charakter korozyjny. Dzisiejsze metody techniczne nie pozwalają nam na usunięcie tych składników z wody, nie znamy bowiem sposobów usuwania na skalę techniczną chlorków, siarczanów, azotanów, tlenu i t. d. Zatem do zagadnienia tego podchodzić należy z innej strony, mianowicie — zgodnie z powyższemi wywodami — należy samej wodzie udzielić własności samorzutnego wydzielania warstwy ochronnej na powierzchni metalu. Jak wynikało z rozważań nad dwutlenkiem węgla rozpuszczonym w wodzie, wystarczy usunąć z wody jego nadmiar, aby przy pewnych, nawet stosunkowo niewielkich twardościach węglanowych, uzyskać cenną własność wydzielania warstwy ochronnej węglanu wapnia.

Rozpatrzymy poniżej kilka metod technicznych usuwania obecnego w nadmiarze dwutlenku węgla, czyli t. zw. procesu odkwaszania wody.

1) Dwutlenek węgla usunąć można zapomocą przewietrzania wody, które uskutecznia się przez zetknięcie się wody na dużej powierzchni z powietrzem, np. rozpylanie, kaskady i t. d. Metoda ta daje dobre wyniki przy wodach o twardości węglanowej wyższej od 5^0 n. Wody miękkie bowiem oddają CO_2 z trudnością, a pozatem nasycają się przy tym procesie tlenem i nabierają nowych własności korozyjnych. Zresztą, jak już było wspomniane, przy wodach miękkich nawet niewielka ilość obecnego CO_2 jest już właściwie wyłącznie dwutlenkiem węgla nagryzającym, a przewietrzanie wody zawsze pozostawi pewną ilość nieusuniętego dwutlenku węgla. Natomiast w wodach bardzo twardych podczas procesu przewietrzania ulec może usunięciu nietylko CO_2 nagryzający, lecz i duża część przynależnego; w tym wypadku wytrąci się osad węglanu wapnia, co spowoduje konieczność filtrowania wody po przewietrzaniu. W pewnych jednak przypadkach przy wodach średnio twardych, jeśli nie chodzi o produkcję bardzo dużych ilości, metoda ta daje się zastosować. Np. w Wodociągu Budapeszteńskim w ten sposób przeprowadza się odkwaszanie wody, posługując się dla odkwaszenia 600 m^3/h trzema komorami o pojemności 80 m^3 każda. Woda o zawartości 32 mg/l CO_2 odkwasza się do 14 ÷ 15 mg/l CO_2. Przed odkwaszeniem p_H wynosiło 6,8, po odkwaszeniu 7,25, jest to dla twardości wody tamtejszej odkwaszenie wystarczające.

2) Metoda usuwania CO_2 przy pomocy próżni może mieć znaczenie jako postępowanie pomocnicze, lub tam, gdzie ilość produkowanej wody nie jest zbyt duża. Przy tym sposobie równocześnie z CO_2 usuwa się z wody tlen, co może mieć ujemne skutki, mianowicie z braku dostatecznej ilości tlenu w wodzie pozostały CO_2, choćby typu przynależnego, nagryza rurociągi, a utworzony węglan żelaza nie utlenia się do wodorotlenku, ale rozkłada się dopiero na powietrzu. Zjawisko to zatem może być przyczyną wtórnego zażelezienia wody.

3) Opracowana przez prof. Tillmansa i współpracowników metoda wiązania wolnego CO_2 przez wypalony i granulowany tlenek magnezu, jakkolwiek teoretycznie dobrze rozwiązuje sprawę, nie przyjęła się jednak na szerszą skalę. Proces odkwaszania zachodzi tu wprawdzie automatycznie i nie wymaga nadzoru, natomiast cena tlenku magnezu jest dość wysoka, a pozatem zwiększanie się ilości magnezu w wodzie niezawsze jest zjawiskiem obojętnem.

4) Dosyć rozpowszechniona jest podobna do poprzedniej metoda, polegająca na wiązaniu CO_2 nagryzającego przy pomocy marmuru. Metoda ta rozwiązuje zagadnienie teoretycznie doskonale. Związana zostaje teoretycznie cała ilość CO_2 posiadająca własności nagryzające. Proces przeprowadza się w ten sposób, że strumień wody przechodzi przez ok. 40 cm warstwę ziarn marmuru o średnicy 2 ÷ 10 mm. Marmur ułożony jest na specjalnych filtrach, w których woda przebywa w zetknięciu z marmurem aż do związania całej

ilości CO_2 nagryzającego. Szybkość przepływu wody praktycznie ustalona została na około 40 m/dobę, kierunek filtracji z dołu do góry. Zaletą tego procesu jest przedewszystkiem taniość eksploatacji, pozatem niepotrzebna jest specjalna kontrola, bowiem proces wiązania odbywa się samorzutnie. Rola obsługi sprowadza się do uzupełniania co pewien czas rozpuszczonego marmuru. Wadą tego procesu jest przedewszystkiem stosunkowo wysoki koszt urządzenia instalacji odkwaszającej. Jak bowiem widać z maksymalnej szybkości przepływu, filtry marmurowe muszą mieć pokaźne wymiary. Metoda ta daje niezłe rezultaty tylko przy miękkich wodach, wody twardsze wymagałyby dla całkowitego związania CO_2 nagryzającego dłuższego okresu zetknięcia się z marmurem. Zatem wymiary filtrów należałoby jeszcze powiększyć. Prócz tego woda, zawierająca pewne ilości żelaza, musi być przed procesem odkwaszenia odżeleziona, bowiem w przeciwnym razie na powierzchni marmuru wytrąciłby się wodorotlenek żelaza, który uniemożliwiłby reakcję między marmurem a CO_2. Również wody mętne lub bogate w rozpuszczone substancje humusowe powodują osadzanie się zanieczyszczeń na ziarnach marmuru i hamują lub wogóle zatrzymują proces odkwaszania.

5) Pozostaje do omówienia metoda odkwaszania wody przy pomocy alkaljów.

Ze względu na koszta, tylko na małą skalę można zobojętniać CO_2 zapomocą ługu sodowego. Gdyby nawet kwestja kosztów nie miała decydującego znaczenia, to odkwaszanie wody ługiem w wypadku wód miękkich nie byłoby jednak celowe. Wody miękkie bowiem, ze względu na małą zawartość kwaśnego węglanu, nie posiadają ważnej własności tworzenia ochronnej warstwy węglanu wapnia, a zatem mimo związania ługiem CO_2 nagryzającego, proces korozji metalu występować będzie naskutek obecności CO_2 przynależnego lub tlenu. Z tychto przyczyn, a przedewszystkiem ze względu na koszty, stosuje się na skalę techniczną wyłącznie odkwaszanie przy pomocy najtańszej zasady, t.j. wodorotlenku wapnia. Używane aparaty polegają na dozowaniu mielonego wapna palonego, które rozpuszcza się na wodę wapienną. Otrzymany nasycony roztwór wody wapiennej dawkuje się do wody. Z wodorotlenku wapnia i obecnego w wodzie dwutlenku węgla tworzy się pozostający w roztworze kwaśny węglan wapnia. System ten ma szereg zalet, przedewszystkiem umożliwia usunięcie CO_2 do pewnego ściśle określonego stopnia, tak, by warstwa ochronna utworzyła się możliwie szybko. Pozatem metoda ta zapewnia, że nawet przy wodach zupełnie miękkich, które z charakteru swego dalekie są od wydzielania warstwy ochronnej, można dzięki zwiększającej się twardości węglanowej uzyskać jednak wydzielanie się obojętnego węglanu wapnia na powierzchni metalu. W tym wypadku konieczne będzie oczywiście silniejsze przealkalizowanie wody. Metoda odkwaszania wody tym sposobem ma również pewne ujemne strony. Przedewszystkiem wymaga ona bardzo ścisłego nadzoru laboratoryjnego. Niedostateczna dawka wapna nie da pożądanego rezultatu, natomiast dawka nadmierna spowoduje zmętnienie całej masy wody od wydzielonej zawiesiny obojętnego węglanu wapnia. To ostatnie zjawisko występuje jednak tylko w razie silnego przedawkowania i to przedewszystkiem przy wodach twardszych, wody o niższej twardości węglanowej znoszą dość duże przedawkowanie bez wydzielenia zawiesiny.

Należy podkreślić, że odkwaszanie wody metodą wapienną, czy jakąkolwiek inną, nie wpływa na własności wody w sposób istotny. Twardość wody przy metodzie marmurowej wzrasta o 1,28 st. n. na każde 10 mg/l związanego CO_2, przy metodzie wapiennej o 0,64 st. n. na tę samą ilość CO_2. Jest to wzrost twardości bardzo niewielki, ponieważ przeważnie ma się do czynienia z wodami o zawartości kilkunastu do kilkudziesięciu mg/l CO_2 nagryzającego. Ten wzrost twardości, przy kwalifikacji takiej wody do celów domowych, nie ma prawie żadnego znaczenia. Również bez znaczenia jest to przy użyciu wody odkwaszonej do celów przemysłowych, np. zasilania kotłów. Woda do zasilania kotłów, jeśli przed odkwaszeniem była wystarczająco miękka, to po odkwaszeniu ulegnie bardzo nieznacznemu wzrostowi twardości; woda twarda, tak czy inaczej musi być zmiękczona, a zatem nieco większa twardość nie odgrywa żadnej roli, tem bardziej, że naskutek procesu odkwaszania podwyższy się twardość węglanowa, która w procesie zmiękczania wytrącana jest taniem wapnem. Oczywiście nie można również mówić o jakiejkolwiek zmianie smaku wody pod wpływem procesu odkwaszania. Obecny w wodzie dwutlenek węgla nie wpływa zupełnie na smak wody, dopiero ilości powyżej 100 mg/l CO_2 dają się wyczuć smakiem, a takich ilości w wodzie wodociągowej naogół się nie spotyka. Jeśli zatem nieznaczne — poniżej 100 mg/l — ilości CO_2 nie wpływają na smak wody, to tem

samem nie ma wpływu niewielkie zmniejszenie ilości CO_2, spowodowane procesem odkwaszania. Nawet pewne przedawkowanie roztworu wapna, choćby do momentu wydzielania się osadu węglanu wapnia, jeszcze nie daje się wyczuć smakiem.

Zakończenie.

Już we wstępie zaznaczono, że nieznajomość nagryzających własności wód wodociągowych, jak i lekceważenie tego faktu jest przyczyną szeregu niedomagań w produkcji i rozprowadzaniu wody. Wszystkie te niedomagania mogą być usunięte przez wprowadzenie odkwaszania wody. Proces ten winien zatem znaleźć jak najszersze zastosowanie.

Piśmiennictwo:

L. W. Haase. *GWF* **74**, 572 (1931).
Thiesing. *GWF* **75**, 253 (1932).
E. Naumann. *GWF* **75**, 349 (1932).
J. Tillmans. *GWF* **74**, 1097 (1931).
L. W. Haase. *GWF* **75**, 372 (1932).
Stelz. *GWF* **75**, 841 (1932).
K. Herrmann. *GWF* **75**, 890 (1932).
G. Nachtigall. *GWF* **75**, 941 (1932).
H. Lehmann. *GWF* **75**, 967 (1932).
E. Daur. *GWF* **76**, 199 (1933).
K. Sondén. *GWF* **76**, 795 (1933).
H. Haupt. *GWF* **76**, 856 (1933).
D. Molnár. *GWF* **77**, 494 (1934).
H. Ingleson. *GWF* **77**, 501 (1934).
E. Naumann. *GWF* **77**, 528 (1934).
O. Vollmar. *GWF* **77**, 773 (1934).
A. Reuter. *Ges.-Ing.* **54**, 168 (1931).
J. Tillmans. *Ges.-Ing.* **54**, 263 (1931).
W. Heckmann. *Ges.-Ing.* **54**, 495 (1931).
M. Groeck. *Ges.-Ing.* **54**, 515 (1931).
W. Heckmann. *Ges.-Ing.* **54**, 577 (1931).
L. W. Haase. *Z. f. Ges.-Technik u. Städtehyg.* **25**, 1 (1933).
Erwin Gross. Handbuch der Wasserversorgung.
Vom Wasser (1930); *Vom Wasser* (1931).
H. Klutt. Untersuchung des Wassers an Ort u. Stelle.
Dr A. Gärtner. Die Hygiene des Wassers.
Allan A. Pollit. Die Ursachen u. die Bekämpfung der Korrosion.
Water Pollution Research Technical Paper Nr. 4.
E. Prinz-Kampe. Hydrologie.
Ohlmüller-Spitta. Untersuchung u. Beurteilung des Wassers u. Abwassers.
Prof. O. Kröhnke. Die Entstehung u. Verhütung der Korrosion an Heizungs- u. Warmwasserbereitungsanlagen.
Julius Moshage. Praktischer Rostschutz.

Inż. BOGDAN ŁAZORYK

Korozja a materjał rur w instalacjach i połączeniach domowych.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

W budowie wodociągów rury znajdują zastosowanie w dwu głównych działach, a to:

1) dla rurociągów doprowadzających i sieci wodociągowej i

2) dla połączeń i instalacyj domowych.

W pierwszym przypadku materjałem stosowanym powszechnie jest żeliwo lub stal, a w specjalnych wypadkach żelbet, w drugim przypadku jest większa różnorodność materjałów, gdyż obok żeliwa i stali używa się ołowiu, a ostatnio także miedzi.

Tematem mego referatu będzie sprawa korozji wewnętrznej i zewnętrznej rur z powyższych materjałów, oraz warunki dopuszczalności poszczególnych materjałów z uwagi na względy higjeny i techniki.

Rury żeliwne są stosowane na połączenia domowe oddawna i odznaczają się znaną ogólnie odpornością na wpływy korozji wewnętrznej, jak i zewnętrznej, jednakowoż mają tę wadę, że wyrabiane są przy mniejszych średnicach od 40 mm tylko w małych długościach, najwyżej 3 m. Powoduje to utrudnienie i podrożenie kosztów wykonania połączeń domowych; pozatem rury żeliwne są mało odporne na złamanie i nie powinny być używane w terenach nasypowych, usuwistych i t. p. Dla ochrony przed wpływami zewnętrznemi stosuje się przy rurach żeliwnych asfaltowanie.

Rury stalowe odznaczają się dużą wytrzymałością na złamanie i znaczną długością, co ułatwia użycie w niepewnych terenach i obniża koszty ułożenia. Przytem są wyrabiane od najmniejszych średnic (6 mm), tak, że można dostosować łatwo średnicę rury do wielkości przepływu. Są one jednak mniej odporne na korozję od rur żeliwnych i wymagają odpowiedniej powłoki ochronnej w formie ocynkowania, asfaltowania, jutowania i t. p.

Żelazo niechronione rozpuszcza się łatwo w wodzie zawierającej tlen lub agresywny dwutlenek węgla, przyczem woda w rurach staje się żelazista, a w obecności powietrza tworzy osad żelazawy. Zauważyć jednak należy, że nie cały wolny CO_2 jest agresywny, gdyż pewna część jego jest potrzebna dla utrzymania w roztworze kwaśnego

węglanu wapnia i ta część pozostaje neutralna, nienagryzając żelaza.

W miarę wzrostu twardości ta część neutralna CO_2 szybko rośnie i dzięki temu wody o większej twardości węglanowej są mniej agresywne mimo zawartości wolnego dwutlenku węgla; ponadto z wody o twardości węglanowej ponad 7^0 n. wydziela się węglan wapniowy, który osadza się na rurach w formie cienkiej powłoki, silnie przylegającej do rury lub asfaltu. Powłoka taka jest nierozpuszczalna i stanowi najlepszą ochronę rury przeciw korozji wewnętrznej.

Rura stalowa ułożona w ziemi ulega szczególnie silnej korozji w wilgotnej glinie i ile, dalej w gruntach bagnistych, z żużlem i t. p., zawierających związki siarki. Szkodliwe są też grunty zanieczyszczone odchodami ludzkiemi i zwierzęcemi lub fabrycznemi o dużej zawartości chlorków, azotynów i siarczanów. W takich więc gruntach jest niezbędna dobra izolacja asfaltowa z owinięciem jutą i obsypaniem piaskiem lub żwirem, albo też materjałem z górnych warstw, dobrze wyługowanym. Natomiast grunta o reakcji alkalicznej spowodu zawartości wapna są nieszkodliwe dla żelaza.

Rur żelaznych dla celów wodociągowych używa się albo asfaltowanych wewnątrz i zewnątrz, albo też pocynkowanych. Asfaltowanie jest odporne na wszystkie wpływy, jednak przy małych średnicach rur poniżej 2″ trudno je wykonać bez zarzutu, ponadto asfalt mniej dobrze trzyma się gładkich rur ciągnionych, aniżeli szorstkich z odlewów rur żeliwnych. Dlatego też zewnątrz rury te zwykle owija się jeszcze jutą.

R u r y p o c y n k o w a n e są powszechnie używane do celów instalacyjnych i okazały się w praktyce dobre, o ile pocynkowanie jest dostatecznie grube i niema przerw, a woda nie jest agresywna. Naogół jednak cynk jest bardzo łatwo rozpuszczalny w wodzie zawierającej słabe nawet kwasy organiczne lub mineralne, jak np. kwas octowy, węglowy i t. p., a także w ługach i zasadach. Także siarczany i azotany nagryzają cynk. Woda więc miękka lub o charakterze nagryzającym rozpuszcza bardzo łatwo cynk z rur i badania stwierdzały, że woda agresywna, która stała kilka godzin w takich rurach, zawierała po kilkanaście miligramów cynku w 1 l, a nawet rozpuszczała cynk z armatur mosiężnych.

Jednak pod względem zdrowotnym zawartość nawet znacznych ilości cynku w wodzie jest nieszkodliwa i może zaszkodzić dopiero przy zawartości $50 \div 100$ mg/l i stałem używaniu takiej wody. W wielu miastach, gdzie stosowano rury pocynkowane, stwierdzano po $5 \div 20$ mg cynku w 1 l wody bez żadnych szkodliwych objawów u mieszkańców.

Cynk chroni początkowo żelazo przeciw rdzewieniu nawet w wodzie agresywnej, dzięki temu, że jest łatwiej rozpuszczalny od żelaza i dopiero po usunięciu cynku zaczyna się korozja żelaza. To też w wodach miękkich i o zawartości CO_2 nie poleca się używania rur pocynkowanych, bo ich działanie ochronne trwa tylko krótki czas.

Pocynkowanie nie chroni też rur żelaznych przed korozją zewnętrzną w ziemi, bo glina i ił nagryzają łatwo cynk i żelazo, podobnie jak wszelkie inne grunty o reakcji kwaśnej lub zawierające zanieczyszczenia odchodami ludzkiemi lub zwierzęcemi. To też w ziemi należy rury pocynkowane chronić przez asfaltowanie, a w gruntach agresywnych poleca się nadto obsypywanie warstwą piasku $30 \div 50$ cm grubości. W ścianach należy rury ocynkowane chronić przed zetknięciem się z gipsem i stosować zaprawę wapienną, którą należy utrzymywać w stanie nie zawilgoconym.

R u r y o ł o w i a n e są używane do celów wodociągowych od zamierzchłych czasów spowodu wielu swych zalet. Do zalet tych należy zaliczyć odporność na działanie chemiczne, łatwość ułożenia, gdyż dają się łatwo giąć i lutować, przyczem są dostarczane w jednolitych ciągach do 30 m długości.

Mają jednak poważną wadę, gdyż woda zawierająca powietrze rozpuszcza ołów, zwłaszcza przy równoczesnej obecności wolnego kwasu węglowego, a stałe używanie wody zawierającej w 1 l powyżej $0{,}3 \div 0{,}5$ mg ołowiu jest dla organizmu trujące. Pamiętać zaś należy, że woda wodociągowa prawie zawsze zawiera powietrze.

Jednakowoż rur ołowianych można używać bez obaw przy wodzie o twardości węglanowej powyżej 7^0 i reakcji alkalicznej lub neutralnej, gdyż woda taka w krótkim czasie osadza w rurach ołowianych silnie przylegającą cienką powłokę z węglanu wapniowego, który zupełnie chroni ołów od dalszego rozpuszczania. Jedynie w kilku pierwszych tygodniach po urządzeniu instalacji nie powinno się używać do picia wody, która przez noc stała w rurach ołowianych, później, po utworzeniu się powłoki, ostrożność ta jest już zbędna. Jako przykład można podać Berlin, gdzie woda ma około 10^0 twardości węglanowej,

a rury ołowiane są powszechnie używane z zupełnie dobrym wynikiem. Natomiast twardość niewęglanowa nie wytwarza powłoki ochronnej i nię zabezpiecza rur ołowianych od rozpuszczania.

To też rury ołowiane powinny być wykluczone tam, gdzie twardość węglanowa jest poniżej 7^0, woda wykazuje reakcję kwaśną, a zawartość powietrza w 1 l wynosi powyżej 1 mg. O ile jednak mimo to przy takiej wodzie użyto rur ołowianych, należy przestrzegać zasady, aby nie używać do picia lub do potraw wody, która kilka godzin pozostawała w rurach, tudzież nie opróżniać nigdy rur z wody, gdyż dostęp powietrza ułatwia rozpuszczanie ołowiu. Natomiast woda, która przepływa przez rury w ciągu krótkiego czasu, rozpuszcza tak nieznaczne ilości ołowiu, że można jej używać bez obaw.

W ziemi przy braku dostępu powietrza rury ołowiane są odporne, jednak w gruntach zanieczyszczonych odchodami należy je chronić powłoką asfaltową i warstwą piasku; również należy pamiętać, że zaprawa wapienna i cementowa rozkładają ołów i zamiast nich trzeba używać zaprawy gipsowej przy osadzaniu w murach rur ołowianych.

Stosowane dawniej rury ołowiane siarkowane lub cynowane wyszły zupełnie z użycia, gdyż mają więcej wad niż zalet. Natomiast gdzie niegdzie, np. w Dreznie, są stosowane rury ołowiane z rdzeniem cynowym. Jednak ścianka wewnętrznych rur cynowych powinna być co najmniej 1 mm gruba, gdyż cieńsza łatwo pęka i miejsca tych pęknięć stają się powodem intensywnego rozpuszczania ołowiu na zasadzie procesów elektrolitycznych, wynikających z zetknięcia się dwu różnych metali. Jednak rury o grubszym rdzeniu cynowym są dość kosztowne i to przeszkadza ich rozpowszechnieniu się. Przy układaniu ich należy zgięcia wykonywać ostrożnie i niezbyt ostro, by nie uszkodzić wnętrza cynowego.

R u r y m i e d z i a n e dla celów wodociągowych zaczynają się rozpowszechniać dopiero odniedawna.

Dawniejsze poglądy o szkodliwości miedzi dla zdrowia uległy wskutek badań gruntownej zmianie i w praktyce lekarskiej nowszych czasów nie są wogóle znane wypadki zatrucia związkami miedzi przez spożywanie potraw z naczyń miedzianych, lub picie wody z rurociągów miedzianych. Obawy te są tem bardziej nieuzasadnione, że woda o zawartości 2 mg miedzi w 1 l posiada niemiły smak, który ostrzega przed piciem takiej wody. Natomiast nawet przepisy lekarskie zezwalają na zapisywanie w celach leczniczych dawek jednorazowych 1 g siarczanu miedzi dla dorosłych i 0,5 g dla dzieci bez obawy o szkodę dla zdrowia. To też miedź już oddawna była stosowana w studniach na filtry, kosze, siatki i t. p., spowodu odporności na pewne wpływy chemiczne, a w ostatnich latach zaczynają ją coraz częściej stosować na rury dla instalacyj wewnętrznych i połączeń domowych. W dotychczasowej literaturze jest niewiele wzmianek o zniszczeniu rur miedzianych w ziemi. Naogół miedź jest wcale odporna na różne wpływy, tylko powinna być chroniona przez odpowiednią izolację w gruntach zanieczyszczonych odchodami ludzkiemi lub zwierzęcemi, spowodu znacznej koncentracji amonjaku, chlorków i azotynów.

Wedle notatki w *Eng. News Record* z r. 1933, w Ameryce rury ołowiane do średnicy 1$^1/_2$" i rury miedziane do średnicy 2" stosuje się powszechnie na połączenia i z uwagi na odporność przeciw korozji wyparły one prawie zupełnie rury stalowe.

Jak widać z powyższego przedstawienia, różnorodność materjałów na połączenia domowe i instalacje jest dość znaczna i w każdym wypadku można dobrać materjał najstosowniejszy do jakości wody wodociągowej i podłoża, w którym rura ma być ułożona. Specjalnie ten ostatni wzgląd jest ważny w większych miastach, gdzie rury połączeniowe leżą pod kosztownemi trwałemi nawierzchniami, a zrywanie ich dla naprawy cienkiej rurki połączeniowej jest bardzo utrudnione i powoduje znaczne szkody. Z tych też względów w Ameryce zarzucono zupełnie rury stalowe, a stosują tylko rury ołowiane lub ostatnio miedziane. Także i niemieckie przepisy traktują sprawę rzeczowo, gdyż normy DIN - 1 988 postanawiają, że materjał rur należy dostosować do jakości wody i miejscowych warunków gruntu, przyczem stawiają do wyboru: rury ołowiane z ołowiu miękkiego, z ołowiu twardego i rury ołowiane z rdzeniem cynowym, dalej rury żeliwne, rury miedziane i rury stalowe pocynkowane lub asfaltowane i jutowane.

W Polsce stosowanie rur wodociągowych jest określone w każdem mieście przepisami miejscowemi, zatwierdzonemi przez Min. Spraw Wewn., które też wydało wzór takich przepisów (Okólnik Nr. 64 z 28/IV 1934). Poniżej podaję wyjątki z tych przepisów odnoszące się do materjałów rur:

»§ 47. Wszystkie części domowej instalacji powinny być wykonane z materjałów nie wywierających wpływu na jakość wody.

§ 54. Przewody wodociągowe mogą być wykonywane z rur żeliwnych kielichowych, żelaznych obustronnie ocynkowanych i ołowianych grubościennych.

Na przewody podziemne powinny być używane rury żeliwne kielichowe o średnicy 40 mm i większe, rury stalowe ocynkowane mogą być z reguły używane tylko na przewody wewnątrz budynku. O ile w wypadkach wyjątkowych mają być one ułożone pod ziemią, powinny być owinięte starannie jutą i osmołowane lub w inny sposób zabezpieczone od szkodliwego działania związków chemicznych.

Rury ołowiane mogą być używane tylko dla takich przewodów, z których woda nie może być czerpana do picia, gotowania i t. p.«

Zgodnie z praktyką zagranicą przepisy te powinny być rozszerzone w tym kierunku, aby było dopuszczalne używanie rur ołowianych w tych wypadkach, gdy woda wodociągowa posiada reakcję alkaliczną, ponad 7^0 twardości węglanowej i nie zawiera agresywnego kwasu węglowego, w innych wypadkach zaś, aby przepisy pozwalały na użycie rur miedzianych i rur żelaznych asfaltowanych wewnątrz i zewnątrz narówni z rurami żeliwnemi i ocynkowanemi. Odnośnie do rur żelaznych asfaltowanych nadmieniam, że w wypadku wody zawierającej kwas węglowy, byłyby one o wiele odpowiedniejsze od rur ocynkowanych, gdyż cynk jest bardzo łatwo rozpuszczalny w wodzie agresywnej i po kilku latach pozostaje żelazo niczem niechronione.

Stosowanie na rury dla instalacyj i połączeń wodociągowych materjałów najbardziej odpornych na korozję jest zagadnieniem bardzo ważnem w gospodarce zakładów wodociągowych z uwagi na koszta konserwacji i powinno być rozwiązane u nas zgodnie z doświadczeniami zagranicznemi, zwłaszcza wobec zamierzonej rozbudowy wodociągów w wielu miastach. Z tego powodu uważam za wskazane postawienie następującego wniosku:

»XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich uważa za wskazane stosowanie w wodociągowych instalacjach i połączeniach domowych rur ołowianych, miedzianych i żelaznych niecynkowanych lecz asfaltowanych, narówni z rurami żeliwnemi i żelaznemi ocynkowanemi, z tem jednak zastrzeżeniem, że rury ołowiane mogą być stosowane tylko w tych wodociągach, których woda nie jest agresywna względem ołowiu. Pozatem materjał rur powinien być dostosowany do jakości wody wodociągowej i jakości podłoża, w którem będą się rury znajdować. Przepisy wodociągowe powinny ulec stosownej zmianie, w kierunku zezwolenia na używanie powyższych rur.

Wniosek niniejszy przekazuje Zjazd Sekcji Wodociągowo-Kanalizacyjnej dla opracowania i poczynienia stosownych kroków u władz, celem uzyskania stosownych zmian w przepisach miejscowych.«

Inż. Mag. ZYGMUNT RUDOLF

Zagadnienie przełożenia kosztów urządzenia wodociągów i kanalizacji.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Artykuł 174 prawa budowlanego głosi, co następuje:

»Urządzanie i utrzymywanie ulic i placów należy do gminy. Koszty pierwszego urządzenia ulic do szerokości 20 m, na podstawie uchwały rady miejskiej, względnie gminnej, zatwierdzonej przez państwową władzę nadzorczą, mogą być w całości lub części przełożone przez gminę na właścicieli przyległych do tych ulic działek w stosunku do osiąganych przez nich wskutek urządzenia ulicy korzyści, na właścicieli zaś działek, nie przylegających do urządzonych ulic, tylko o tyle, o ile ci ostatni wskutek urządzenia ulicy lub ulic osiągają szczególne korzyści i o ile przepisy miejscowe ustanowią obowiązek udziału tych właścicieli w pokryciu kosztów urządzenia ulic.

Oprócz zwrotu wartości gruntów, stanowiących własność gminy lub przez nią nabytych, mogą być przełożone w myśl ustępu drugiego na interesowanych właścicieli działek:

a) koszty budowy jezdni i chodników, *b*) koszty urządzenia oświetlenia, *c*) koszty urządzenia wodociągu i kanalizacji, odpowiadające kosztom założenia przewodów o najmniejszym wymiarze, stosowanym w danej miejscowości.«

Komitet Ekonomiczny Ministrów uchwałą z dn. 10 stycznia 1933 r. postanowił spowodować między innemi zmniejszenie kosztów inwestycyj miejskich przy urządzaniu ulic. W związku z tą uchwałą wydało Ministerstwo Spraw Wewnętrznych okól-

nik Nr. 13 z dnia 15/II 1933 r. (Dz. Urz. M. S. Wewn. Nr. 2, poz. 26) do pp. Wojewodów, w którym prosi o niezwłoczne spowodowanie odpowiednich uchwał poszczególnych związków komunalnych, któreby miały na celu przedewszystkiem rewizję, unormowanie i obniżenie opłat za przewody i przyłączenia uliczne (kanalizacyjne i wodociągowe), wykonywane przez odnośne miasta na koszt właścicieli nieruchomości. Uchwały powyższe w odniesieniu do sprawy przekładania na właścicieli nieruchomości kosztów pierwszego urządzenia wodociągów i kanalizacji powinny zdaniem Ministerstwa wyczerpywać między innemi następujące sprawy: jak wynika z przytoczonego art. 174 rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 16/II 1928 r. (Dz. U. R. P. Nr. 23, poz. 202) koszt urządzenia kanalizacji i wodociągu w ulicy może być przez miasto przełożony na odnośnych właścicieli działek w wysokości, ustalonej uchwałą rady miejskiej, nie wyższej jednak niż taka, która odpowiada kosztom założenia przewodów o najmniejszym rozmiarze, stosowanym w danej miejscowości. Koszt wykopu, który stanowi najwyższą pozycję w koszcie ogólnym, winien być liczony nie według głębokości faktycznej przewodu, zależnej od szeregu względów technicznych natury ogólnej, ale według najmniejszej głębokości przewodu kanalizacyjnego, potrzebnej dla odwodnienia piwnic przy ulicy położonych, względnie według najmniejszej ustalonej dla danego osiedla głębokości przykrycia przewodów wodociągowych. Szerokość wykopu należy liczyć według wymiaru, stosowanego dla najmniejszej średnicy przewodu.

Wysokość udziału poszczególnych właścicieli działek w koszcie budowy wodociągu lub kanału ulicznego obliczana być winna według rozmiaru korzyści, osiąganych wskutek urządzenia przewodu w ulicy. Stosowane dotychczas przeliczanie udziału w kosztach wyłącznie na zasadzie długości frontu działki nie jest słuszne, należałoby wprowadzić ponadto czynniki zależne od powierzchni parceli, powierzchni względnie kubatury zabudowania i in.

Jeżeli przewody kanalizacyjne i wodociągowe rozmieszczone być mają parami po obu stronach ulicy, zainteresowani właściciele nieruchomości mogą być ewentualnie pociągnięci do udziału w kosztach budowy jednej tylko pary przewodów o najmniejszej średnicy. W wypadku, gdy ulica jest zabudowana lub też ma być zabudowana z jednej tylko strony (plantacje, parki, rzeka i t. p.), wówczas zainteresowani właściciele nieruchomości obciążeni być mogą co najmniej 50% kosztów rzeczywistych budowy przewodu najmniejszej stosowanej średnicy.

Na wypadek, gdy ulica jest słabo zabudowana lub też zupełnie niezabudowana, zaś na jej odległym końcu powstanie blok, osiedle lub kolonja domów, których właściciele żądają przyłączenia do miejskiej sieci kanalizacyjnej i wodociągowej, wówczas koszta budowy tych inwestycyj mogą być pokryte przez miasto, jeżeli nie znajduje innych środków, drogą zaciągnięcia pożyczki u zainteresowanych do wysokości 50% ogólnych kosztów budowy. Pożyczka ta powinna być amortyzowana w okresie najdalej 10-letnim, w równych ratach rocznych, oraz oprocentowana co najmniej na 3% w stosunku rocznym. Zarząd miejski winien się ponadto zobowiązać, iż w wypadku szybkiego zabudowania się odnośnej ulicy zamortyzuje pożyczkę przed ostatecznym terminem z dochodów, uzyskanych przez ewentualne pociągnięcie nowych adjacentów do udziału w kosztach urządzenia ulicy, względnie z dochodów za użytkowanie odnośnego kanału lub wodociągu przez tychże adjacentów.

Jeżeli zainteresowani nie są w możności udzielenia pożyczki, zaś miasto nie może pokryć budowy z budżetu, wówczas winno ono pozwolić na stosowanie miejscowych urządzeń techniczno-sanitarnych, racjonalnie zaprojektowanych (indywidualnych względnie grupowych); nadzór nad temi urządzeniami wykonywać będzie gmina, konserwację zaś zainteresowani właściciele. Urządzenia te winny być w miarę możności tak budowane, aby ewentualne przyłączenie posesji do sieci miejskiej w przyszłości było możliwe do urzeczywistnienia bez nadmiernych kosztów.

Wykonania wymienionego zarządzenia Ministerstwa należy oczekiwać w okresie najbliższych kilku lat. Sprawa posunęłaby się szybciej naprzód, gdybyśmy mieli w omawianej dziedzinie większe doświadczenie, ale niestety brak nam tego doświadczenia, a liczne głosy wskazują wyraźnie na to, że zachodzi konieczność opracowania wzoru miejscowych przepisów o zasadach przekładania na właścicieli nieruchomości kosztów pierwszego urządzenia wodociągów i kanalizacji. Sytuacja się utrudnia i wobec tego, że interpretacja art. 174 prawa budowlanego, nadana przez Najwyższy Trybunał Administracyjny, jest inna niż ta, którą uważano powszechnie za miarodajną. Jak mnie poinformowano, Najwyższy Trybunał Administracyjny orzekł, że zgodnie z art. 174 prawa budowlanego

gmina miejska ma prawo przełożyć na właścicieli przyległych realności koszty urządzenia ulicy tylko w tym wypadku, gdy chodzi bądź o ulicę nową, dotychczas nieistniejącą, bądź też o urządzenie ulicy, wprawdzie już istniejącej, lecz pozbawionej wszelkiego urządzenia w znaczeniu ulicy miejskiej. Wynikałoby z tego, że powyższy artykuł ma bardzo małe zastosowanie w normalnych warunkach miejskich. Do czasu całkowitego wyjaśnienia sprawy zakresu zastosowania art. 174 można narazie (zdaniem pewnych prawników) w przekładaniu kosztów pierwszego urządzenia wodociągów i kanalizacji opierać się na art. 31 ustawy o tymczasowem uregulowaniu finansów komunalnych. Powyższe podaję tylko dla ścisłości, a także częściowego usprawiedliwienia zarządów gmin, które dotychczas nie mogły się zdecydować na wykonanie art. 174 prawa budowlanego.

Musimy się przedewszystkiem zastanowić nad tem, jakie zasady winny być wzięte pod uwagę przy przekładaniu kosztów urządzenia ulicy. Jedno z wielkich miast dało mi do przestudjowania opracowany w swoim czasie projekt odnośnych przepisów miejscowych. Na 14 paragrafów tych przepisów, tylko 4 mają dla nas w związku z tematem znaczenie merytoryczne, a mianowicie §§ 2, 3, 4 i 5. Treść tych paragrafów przytoczę tylko dla przykładu, aby na tej podstawie wykazać potrzebę głębokiej dyskusji, a mianowicie:

»§ 2. Dla rozliczenia się Zarządu Miejskiego z adjacentami i ustalenia wysokości kosztów budowy urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych, obowiązujących adjacentów, przyjmuje się koszt następujących robót:

a) przy przeprowadzaniu urządzeń wodociągowych — koszt ułożenia rurociągu żeliwnego o ∅ 100 mm wraz z kształtkami, zasuwami i hydrantami w gruncie suchym, zwięzłym, zabrukowanym kamieniem polnym i przy normalnej głębokości pokrycia przewodu 1,80 m;

b) przy przeprowadzaniu urządzeń kanalizacyjnych — koszt wybudowania kanału z rur kamionkowych o ∅ 300 mm łącznie z wpustami bocznemi i ulicznemi, studziankami rewizyjnemi i wentylatorami, w gruncie suchym, zwięzłym, zabrukowanym kamieniem polnym przy średniej głębokości 4,0 m.

§ 3. Przewody wodociągowe i kanalizacyjne prowizoryczne mogą być wykonywane tylko na całkowity koszt adjacenta.

§ 4. Ustalenia wymienionych w § 2 kosztów budowy urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych dokonywać będzie Zarząd Miejski na podstawie uchwalonych przez Radę Miejską cen jednostkowych. Ceny jednostkowe kosztów budowy tych urządzeń uchwalane będą corocznie przez Radę Miejską w I-szym kwartale roku kalendarzowego. W razie nieuchwalenia w tym terminie przez Radę Miejską cen jednostkowych, koszt budowy będzie obliczony na podstawie cen jednostkowych z roku ubiegłego do czasu uchwalenia przez Radę Miejską nowych cen jednostkowych; nowe ceny jednostkowe będą obowiązywać w stosunku do tych robót, które zostały rozpoczęte już po ich uchwaleniu.

§ 5. Udział poszczególnych nieruchomości w kosztach budowy urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych obliczany będzie przez Zarząd Miejski w stosunku do długości frontu tych nieruchomości w następujący sposób:

Obliczany stosownie do §§ 2 i 4 przepisów niniejszych całkowity koszt budowy urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych na danej ulicy lub placu dzielony będzie przez długość frontów nieruchomości zabudowanych lub podlegających zabudowie i przyległych do danej ulicy lub placu. Dla określenia udziału poszczególnej nieruchomości otrzymany iloraz będzie mnożony przez długość frontu danej nieruchomości.

Nieruchomości narożne, względnie posiadające kilka frontów, uczestniczą w wymienionych kosztach proporcjonalnie do długości zajmowanych frontów ulicy, na której uchwalono budowę urządzeń wodociągowych lub kanalizacyjnych, niezależnie od tego, czy dana nieruchomość jest już obsługiwana przez urządzenia, położone na innej ulicy.«

Ze swej strony uważam treść §§ 2, 3 i 4 za odpowiednią i zgodną z podanem na początku zarządzeniem Min. Spr. Wewn. (okólnik Nr. 13 punkt d). Natomiast treść § 5, właściwie najważniejszego, budzi wątpliwości, gdyż wprowadza obliczanie przekładania kosztów budowy urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych na podstawie jedynie długości frontów nieruchomości.

Przytoczone zarządzenie Ministerstwa wskazało też, że ta zasada nie jest słuszna. Musimy rozpatrzeć kilka możliwości, jakie nam życie, praktyka i teorja nastręczają, aby zdecydować się na wybór metody najbardziej racjonalnej.

Związek Miast Polskich wydał drukiem w r. 1930 projekt miejscowych przepisów budowlanych dla miast. W pracy tej poświęcono sporo miejsca omówieniu zasad przekładania kosztów pierwszego urządzenia ulicy. Zaproponowano wzór:

$$X = \frac{a}{m} + \frac{ab}{n}$$

gdzie: a = długość frontu terenu względnie działki,
ab = powierzchnia odnośnego terenu lub działki,

zaś wielkości m i n są to współczynniki, które winny być ustalone stosownie do warunków miejscowych. Koszta pierwszego urządzenia ulicy ponoszą właściciele terenów względnie działek, przyległych do urządzonej ulicy, w stosunku dla każdego właściciela do liczby X, obliczonej według przytoczonego wzoru.

Zaproponowany wzór opiera się na założeniu, że właściciele większych działek winni być pociągnięci do udziału w pokryciu kosztów w wyższym stopniu od właścicieli działek drobnych, a właściciele działek o długim froncie — w wyższym stopniu od właścicieli działek o krótkim froncie. Jeżeli chodzi o to, aby przypadające koszta były w pierwszym rzędzie zależne od długości frontów działek, wtedy m winno być znacznie mniejsze od n, naprzykład: $m = 2$, $n = 30$. Gdy chodzi o to, aby koszta były zależne przedewszystkiem od powierzchni działek, wówczas różnica pomiędzy m i n winna być mniejsza, naprzykład: $m = 2$, $n = 5$, ale $n >$ od m, gdyż w przeciwnym razie długość frontu przestałaby odgrywać jakąkolwiek rolę.

Przeprowadziłem dla przykładu następujące obliczenie: długość frontów i głębokość przyległych do ulicy 8 działek odpowiednio wynoszą:

1) $a = 20$ m, $b = 30$ m
2) $a = 25$ m, $b = 40$ m
3) $a = 15$ m, $b = 40$ m
4) $a = 20$ m, $b = 40$ m
5) $a = 25$ m, $b = 60$ m
6) $a = 15$ m, $b = 30$ m
7) $a = 30$ m, $b = 30$ m
8) $a = 100$ m, $b = 20$ m.

Zakładamy, że całkowite koszta urządzenia ulicy, podlegające podziałowi w stosunku do X, wynoszą 1 000 zł. Rozpatrzymy 4 przypadki:

I) $m = 2$, $n = 10$
II) $m = 2$, $n = 20$
III) $m = 2$, $n = 30$
IV) $m = 2$, $n = 40$.

Podział kosztów pomiędzy wymienione działki wygląda następująco:

	I	II	III	IV
1)	79,5	77,5	77,7	88,0
2)	127,5	121,0	119,0	117,0
3)	76,5	72,6	71,0	70,0
4)	102,0	97,0	95,0	93,5
5)	151,0	169,0	162,0	156,0
6)	59,0	58,0	58,8	57,2
7)	119,2	116,0	116,5	117,0
8)	284,0	289,5	312,0	311,0

Przykłady te wskazują, że naogół różnice we współczynniku n od 10 do 40 wpływają w bardzo nikły sposób na rezultat obliczenia kosztów. Należałoby obliczenie takie wybrać dla wielu przypadków oraz jeszcze innego stosunku m do n, aby przyjąć te lub inne wartości m i n dla rozpatrywanych miejscowych warunków. Należy jednak podkreślić, że błędy, wynikające z przyjęcia pewnych liczb dla n i m, nie mają większego znaczenia, bowiem dany wzór obliczenia stosujemy z jednakowemi współczynnikami dla całej dzielnicy miasta lub dla całego miasta.

Możnaby przyjąć za podstawę obliczenia kosztów urządzenia ulicy i inny wzór:

$$X = \frac{a}{m} + \frac{ab}{n} + \frac{c}{p} + \frac{d}{q}$$

gdzie a i ab oznaczają to samo, co i w poprzednim wzorze, c = wartość szacunkowa działki (w złotych), d = roczny dochód z działki (w złotych), m, n, p i q = liczby ustalone w zależności od warunków miejscowych.

Stosowanie tego wzoru, teoretycznie bardziej słusznego, nastręczałoby jednak zbyt wiele trudności wobec bardzo zmiennych wartości c i d w obecnych warunkach gospodarczych miast.

Spotkałem się także z ciekawym sposobem obliczenia przekładania kosztów urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych na działki, przeznaczone pod zabudowę. Udział poszczególnych właścicieli działek w sumie kosztów, podlegających przełożeniu, oblicza się w stosunku do X, gdzie:

$$X_n = \frac{K(a_n + b_n)}{(\Sigma a + \Sigma b)}$$

K = całkowita suma kosztów
a = powierzchnia działki
b = iloczyn z powierzchni zabudowanej działki i ilości kondygnacyj (intensywność zabudowania).

Wzór ten pochodzi z jednego z miast województwa poznańskiego. Brak nam doświadczenia w stosowaniu tego wzoru.

Innych sposobów obliczania dotychczas w praktyce nie spotkałem. Wymienione trzy sposoby, a więc: 1) obliczanie na podstawie długości frontu działki, 2) na podstawie długości frontu i powierzchni (wzór przepisów Związku Miast Polskich) i 3) na podstawie intensywności zabudowania — wymagają krytycznego rozpatrzenia. Art. 174 prawa budowlanego wyraźnie podkreśla kwestję »istotnej korzyści«. Wprawdzie z długością frontu wiąże się dana nieruchomość z ulicą (okna na ulicę). Słyszy się jednak i takie zdania, że korzyść z ulicy jest naogół zawsze jednakowa. Właściciele oddzielnych domków przy sposobie pierwszym płaciliby stosunkowo więcej, niż ci, którzy mieszkają w gęsto zabudowanych dzielnicach. A więc ludzie naogół zamożniejsi płaciliby więcej w stosunku do osiąganych korzyści. Podstawa obliczania kosztów urządzenia ulicy według długości frontów jest najprostsza i najłatwiejsza, ale, jak już wyżej wskazałem, niezupełnie słuszna lub sprawiedliwa. Gdyby nawet była sprawiedliwa w momencie obliczenia udziału w kosztach, to później wobec zmian w zabudowaniu działek wyjdzie na wierzch jej niesprawiedliwość społeczna. Powierzchnia działki też gra dużą rolę, gdyż mały front i duża głębokość działki nie jest to samo z punktu widzenia osiągania pewnych korzyści, co długi front i mała głębokość działki. I tutaj sprawa wygląda różnie w stosunku do różnych urządzeń. Ze względu na wodociągi powyższe momenty nie grają większej roli, ale ze względu na kanalizację i samą ulicę rozróżnianie wymiarów działki ma większe znaczenie. Powyższe obliczenia w wielu miastach dotyczą głównie nowych dzielnic, gdzie zmiennych czynników jest oczywiście więcej. W tych warunkach przyjęcie za podstawę obliczenia długości frontu działek jest rzeczą stosunkowo najpewniejszą, ale, powiedzmy, też często niesprawiedliwą. Właściwie o korzyściach działki z urządzeń świadczy »istotne« zabudowanie działki. Można tu mówić o zdolności zabudowania działki albo o potencjalnej wartości placu. Byłyby to obliczenia, oparte na zamierzeniach budowlanych miasta, wynikających z planu zabudowania. Wzór poznański, wyżej podany, można więc uważać za teoretycznie zupełnie właściwy. Ale w stosowaniu tego wzoru powstałyby trudności. Jeżeli chodzi o powierzchnię zabudowaną oraz intensywność zabudowania, to zdaję sobie z tego sprawę, że operujemy tu czynnikami bardzo zmiennemi. Wiemy, jak powoli realizują się plany zabudowania i jak nieraz wiele czasu mija od chwili sporządzenia ogólnego planu zabudowania do chwili opracowania szczegółowego planu zabudowania, w którym dopiero wymienione wartości budowlane są ustalane. Często życie wyprzedza plan zabudowania, a urządzenie ulicy — zamierzenia budowlane gminy. Możnaby uwzględnić przy obliczaniu stan obecny zabudowania, ale to byłoby niesprawiedliwe wobec dużego zakresu możliwych korzyści, osiąganych w razie łatwej zmiany sposobu i intensywności zabudowania w czasie późniejszym. Wynikałoby stąd, że jest rzeczą przedwczesną jeszcze precyzować »liczbowo« zasady, któremi należałoby się kierować przy przekładaniu kosztów urządzenia ulicy na właścicieli przyległych działek, ale że w każdym razie obliczanie tych kosztów winno być oparte nietylko na długości frontów działek, ale i na powierzchni działki (w stopniu jednak znacznie mniejszym). W ten sposób możnaby uznać sposób zaproponowany w projekcie miejscowych przepisów Związku Miast Polskich za najodpowiedniejszy przy właściwem uwzględnieniu warunków miejscowych. To stwierdzenie miałoby już znaczenie, ale będzie wymagało jeszcze dalszego i głębszego przepracowania, zanim będzie mogło być wzięte za podstawę do opracowania »wzoru« miejscowych przepisów o przekładaniu na właścicieli nieruchomości kosztów pierwszego urządzenia ulicy, a w szczególności wodociągów i kanalizacji, jaki, zdaniem mojem, byłoby wskazane wydać dla ułatwienia pracy zarządom miejskim. Wreszcie pragnę zaznaczyć, że trzeba się liczyć z tem, iż przekładanie kosztów urządzenia ulicy w zależności od zamożności obywateli może się odbywać całkowicie lub częściowo, jak zresztą jest to przewidziane w art. 174 prawa budowlanego. Projekt przepisów miejscowych musi się liczyć z tym momentem. Sprawa ta wymaga wyjaśnienia, a zarazem wyraźnego podkreślenia, jeżeli chodzi o politykę miast na przyszłość. Omawiane zagadnienie jest życiowo bardzo skomplikowane i będzie wymagało ze strony fachowców jeszcze dużego zastanowienia się. Referat niniejszy ułatwić winien jednak znalezienie sposobu choćby przybliżonego, który będzie zawsze lepszy od tych sposobów obliczania, które mają nieograniczony zakres dowolności.

Wniosek:

»XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich uznaje za konieczne, aby Sekcja Wodociągowo-Kanalizacyjna Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich przystąpiła w naj-

bliższym czasie do opracowania projektu wzoru miejscowych przepisów o przekładaniu na właścicieli nieruchomości kosztów pierwszego urządzenia wodociągów i kanalizacji, a to celem ustalenia zasad tego przekładania i ułatwienia Zarządom Miejskim właściwego wykonania art. 174-go rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej o prawie budowlanem i zabudowaniu osiedli.«

Inż. WŁODZIMIERZ AŁTUCHOW

Czterdzieści cztery lata stosowania wodociągowej taryfy różniczkowej.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

W związku z artykułami pp. inż. inż. W. Skoraszewskiego i S. Wojnarowicza o taryfie różniczkowej w czasopiśmie »*Gaz i Woda*«, pozwalam sobie w celach informacyjnych zabrać głos w tej sprawie, jako przedstawiciel wodociągu, który bodajże jedyny w Polsce już od lat 44-ch stosuje taryfę różniczkową.

Wodociągi, zdaniem mojem, w miastach o zakończonej rozbudowie sieci, korzystające już z prawa przymusu przyłączeniowego lub też posiadające własną elektrownię, nie są i nie mogą być zagrożone przez konkurencję studzienną na posesjach prywatnych, gdyż odpowiednie stawki zapobiegną znakomicie wypadkom zadowolenia z własnej studni, opisanym przez p. inż. S. Wojnarowicza.

W miastach takich, pewna, duża, dokładnie dająca się ustalić liczba domów prywatnych stanowić będzie niewzruszoną podstawę egzystencji zakładu wodociągowego.

W miastach średniej wielkości lub dużych, o domach wielomieszkaniowych, wpływ tej lub innej taryfy na zużycie wody będzie zawsze minimalny, gdyż właściciele domów, płacący rachunki, zmniejszając lub zwiększając konsumcję własną, tylko w stopniu bardzo nieznacznym wpłynąć mogą na ogólne zużycie wody, reszta zaś mieszkańców miasta — lokatorowie i sublokatorowie — zużywają wodę według własnych potrzeb, cena zaś jej nic ich kompletnie nie obchodzi.

W warunkach białostockich najgroźniejsze niebezpieczeństwo grozi wodociągowi ze strony miejscowej elektrowni belgijskiej, ofiarującej tani prąd do napędu pomp studni artezyjskich wodociągów domowych.

Taryfa różniczkowa, stosowana przez wodociąg białostocki, jest wyrazem walki konkurencyjnej o odbiorcę, najpierw z własną siłą napędową zakładów przemysłowych, a ostatnio z tanim prądem elektrycznym, i w tych tylko warunkach polityka taryfowa wodociągu, taryfa różniczkowa i opusty indywidualne, posiada swoje uzasadnienie i rację bytu.

Charakterystyczną cechą Białegostoku jest rozrzucenie miasta na ogromnych przestrzeniach (10 km od końca do końca) i chaotyczne zabudowanie tych przestrzeni drobnemi domkami robotniczemi. Sto tysięcy mieszkańców zajmuje teren czterokrotnie większy, aniżeliby oni zajmowali na zachodzie Polski i dwu lub trzykrotnie większy, aniżeliby im przypadał w miastach Kongresówki.

Drugą charakterystyczną cechą Białegostoku jest bardzo poważny rozwój średniego i drobnego przemysłu, w 90% włókienniczego. Białystok, jak wiadomo, jest drugim po Łodzi co do wielkości i znaczenia ośrodkiem przemysłu włókienniczego.

Ogromne, zrzadka tylko drobnemi domkami robotniczemi usiane peryferje miasta zgóry już uniemożliwiały zaopatrzenie całego miasta w wodę, istnienie zaś przemysłu włókienniczego, zużywającego do wykończalni sporych ilości wody, również zgóry właściwie przesądzało niemożliwość stosowania jednostajnej taryfy dla wszystkich odbiorców.

W statucie pierwotnym wodociągu z r. 1890 przemysł jednak nie był uwzględniony i jedyne zniżki w nim przewidziane dotyczyły polewania ulic przez właścicieli nieruchomości i wynosiły aż 82% ceny normalnej.

Wkrótce, bo już w ciągu pierwszych miesięcy po uruchomieniu wodociągu, przekonano się widocznie, że przemysł, posiadający własną wodę, z własnym napędem, nie będzie odbiorcą wodociągu, dopóki koszty wody własnej są niższe od kosztów wody wodociągowej.

W początkach roku 1892 wprowadzono pierwszą taryfę różniczkową dla przemysłu, posiadającą cechy wybitnie bojowe, bo już pierwszy stopień taryfy, ustalony na wysokości od 0 do 125 m^3/mies. obniżał cenę normalną o 80%, drugi stopień przy zużyciu od 125 do 187 m^3/mies. o 82% i trzeci przy zużyciu miesięcznem ponad 187 m^3 ustalał cenę zniżoną w stosunku do ceny normalnej o 84%. W chwili obecnej trudno, lub nawet niemożliwie jest dociec, czem się powodował ówczesny zarząd wodociągu wprowadzając takie, a nie inne stopniowanie i określając taki a nie inny opust z ceny zasadniczej. Minima stosowane nie były.

Oprócz zniżek z ceny zasadniczej udzielanej przemysłowi na podstawie taryfy różniczkowej i zniżek za polewanie ulic, stosowane były jeszcze zniżki udzielane poszczególnym właścicielom nieruchomości z tytułu świadczeń ze strony danego właściciela nieruchomości na rzecz wodociągu, jako ekwiwalent.

Wobec chaotyczności zabudowania miasta i braku w wielu miejscach ulic łącznikowych, wodociąg zmuszony był łączyć dwie linje główne przez posesje prywatne, których właściciele, tytułem ekwiwalentu za pozwolenie, otrzymywali zniżki z ceny zasadniczej na wieczne czasy.

Założenie przez fabrykanta linji głównej ulicznej, celem doprowadzenia wody do swej fabryki, również stanowiło podstawę do udzielania takich trwałych zniżek.

Wynik stosowania tak niskiej taryfy różniczkowej był niewątpliwie dodatni, jeżeli się udało w ciągu kilku lat pozyskać dla wodociągu jako odbiorców prawie cały przemysł i koleje.

Powstanie w roku 1908 elektrowni białostockiej i dążenie jej do zagarnięcia wszystkich możliwych źródeł dochodu, a więc i napędu studzien artezyjskich, zmusiło zarząd wodociągu już w roku 1911 do wprowadzenia zmian w polityce taryfowej. Tani prąd elektryczny, oferowany przez elektrownię, stwarzał dla właścicieli zakładów przemysłowych, nie posiadających własnego napędu, a zatem nie podlegających dotychczas taryfie różniczkowej, i dla właścicieli większych domów możliwości urządzenia własnego wodociągu zapomocą studni artezyjskiej.

Celem przeciwdziałania tym niebezpieczeństwom, taryfa różniczkowa rozciągnięta została na cały przemysł z jednoczesnem zwiększeniem liczby stopni do pięciu i po raz pierwszy udzielone były zniżki dla domów o większem zużyciu. Minima jednak i w tej taryfie stosowane nie były.

W wyniku wojny światowej wodociąg białostocki został gruntownie zniszczony. Cofające się wojska rosyjskie wysadziły w powietrze główną wieżę ciśnień i spaliły stację pomp, częściowo tylko i prowizorycznie odbudowaną przez wojskowe władze niemieckie.

Rabunkowa gospodarka okupacyjnych wojskowych władz niemieckich, z braku konserwacji, doprowadziła i inne urządzenia wodociągu w ciągu trzech lat do ruiny.

Po skończonej wojnie bolszewickiej w r. 1921 stanął zarząd wodociągu przed koniecznością odbudowy zniszczonych urządzeń. Zaznaczyć należy, że środków nie posiadał żadnych, bo wszystkie nadwyżki kasowe za cały czas okupacji niemieckiej wywiezione zostały bezpowrotnie do Niemiec, o zaciągnięciu zaś pożyczki w owych płynnych czasach i mowy być nie mogło, środki zaś należało czem prędzej zdobyć.

Najłatwiejszym sposobem podniesienia dochodowości byłoby zniesienie wszelkich rabatów i zniżek, coby podniosło zysk surowy o 30% zgórą. Wobec braku silników elektrycznych w kraju, braku wolnej energji w elektrowni i braku rur wiertniczych, obawa przed budową nowych studzien artezyjskich nie była aktualna.

Kierownictwo wodociągu jednak, uważając taki stan rzeczy za przejściowy, zysk zaś, wobec postępującej dewaluacji, za problematyczny, nie uważało za wskazane zrażanie odbiorców, którzyby przy pierwszej poprawie sytuacji odpadli nazawsze, ale utrzymało wszystkie przed wojną światową udzielone zniżki i jeszcze więcej rozbudowało taryfę różniczkową dla przemysłu, powiększając liczbę stopni. Cały zaś wysiłek skierowano na zwiększenie sprzedaży wody przez ułatwienia przyłączania do sieci, udzielając chętnym wszelkiego rodzaju ulg w spłacie należności za przyłączenie i licząc przyłączenie tylko wg. kosztów własnych. W taryfie różniczkowej dla przemysłu, oprócz zwiększenia liczby stopni, wprowadzone zostały minima, obwarowujące odpowiednio każdy stopień taryfy.

Wzrost sprzedaży wody w latach następnych, zwłaszcza w kategorji przemysłowej, umożliwił zarządowi wodociągu już w r. 1923 odbudowę głównej wieży ciśnień w oparciu się wyłącznem o środki własne.

Rozbudowa i gwałtowna ekspansja elektrowni białostockiej, posiadającej ponownie nadmiar energji, zmusiły w latach 1927÷1929 zarząd wodociągu do rewizji dotychczasowej polityki taryfowej.

W roku 1930 wprowadzona została po raz pierwszy taryfa różniczkowa dla domów prywatnych. Taryfa ta obowiązuje do dnia dzisiejszego.

Pierwszy stopień taryfy ustalony został na wysokości 100 m^3 zużycia mies., drugi stopień na wysokości 150 m^3/mies. i trzeci dla zużycia ponad 200 m^3/mies. Odpowiednie zniżki wynoszą 10%, 15% i 20% z ceny normalnej. Posesje zużywające poniżej 100 m^3/mies. opłacają należność wg. ceny normalnej. Nadużyciom zapobiegają minima.

Powstanie nowych fabryk, zużywających wielkie ilości wody do fabrykacji, jak wielkie garbarnie i olejarnie, zmuszało i zmusza zarząd wodo-

ciągu do udzielania zniżek, znajdujących się już poza obrębem taryfy różniczkowej, i stanowiących jakby przedłużenie taryfy w strefy wielkiego zużycia. Przy zużyciu ponad 2 000 m³/mies. udzielona została np. zniżka w wysokości 80% ceny normalnej tylko ze względu na niebezpieczeństwo powstania studni artezyjskiej w danem przedsiębiorstwie, przodującem w danej gałęzi przemysłu. 20% ceny normalnej, wpływające do kasy wodociągu, stanowią tylko pokrycie kosztów produkcji z małym naddatkiem (stacja pomp plus podatek obrotowy). Tego rodzaju zniżki, rzecz prosta, nie są rozgłaszane i stanowią tajemnicę handlową przedsiębiorstwa, odbiorca zaś zostaje uprzedzony, że najmniejsza wzmianka ze strony osób trzecich o zniżce automatycznie powoduje nieodwołalne cofnięcie zniżki.

Zużycie ponad 300 m³/mies. w domach prywatnych wymaga traktowania indywidualnego, przedewszystkiem ze względu na znacznie większą opłacalność wodociągu własnego w takich domach i na szkodliwy przykład. Kalkulację każdorazowej zniżki przeprowadza się zawsze na nowo w zależności od kosztów budowy studni artezyjskiej i ceny prądu, celem ustalenia minimum możliwego przez stronę do przyjęcia.

Oprócz zniżek taryfowych istnieją jeszcze zniżki, że tak powiem zwyczajowe: 50% dla wojska, instytucyj i zakładów miejskich, państwowych i dobroczynnych.

Stosowanie wszystkich opisanych powyżej zniżek, rzecz prosta, obniża przeciętną cenę za 1 m³ osiąganą w sprzedaży. Np. w r. 1934 przeciętna cena sprzedażna jednego m³ spadła do poziomu 54 groszy przy cenie normalnej 80 gr/m³.

Wzrost zysku surowego w ciągu ostatnich 4-ch lat stosowania bardzo elastycznej taryfy wynosi 304%, przyjmując za 100 zysk surowy za r. 1930.

Rzecz oczywista, że nietylko polityka taryfowa, a w szczególności taryfa różniczkowa spowodowały wzrost sumy zysku surowego i obrotu. Jako przyczyny dodatkowe należałoby podać uporządkowanie gospodarki wodomierzowej (zamiana starych wodomierzy na nowe), instalacja nowych maszyn i nowych filtrów na stacji pomp, obniżających koszta własne przedsiębiorstwa.

Należy jednak przyznać, że dwie trzecie przemysłu odpadłoby w wypadku zniesienia taryfy różniczkowej (20% zużycia ogólnego), jak również wszystkie domy prywatne, zużywające ponad 150 m³/mies., a częściowo nawet i domy z zużyciem ponad 100 m³, zwłaszcza kilkumieszkaniowe tylko, zaopatrzone we wszystkie urządzenia sanitarne, budowane w latach ostatnich.

Specyficzne warunki miejscowe odzwierciedla poniższa tabela względnego zużycia wody przez poszczególne kategorje odbiorców prywatnych:

Kategorja zużycia	% odbiorców prywatnych w latach				Udział poszczególnych kategoryj w zużyciu ogólnem domów pryw. w r. 1934 w %
	1928	1932	1933	1934	
do 5 m³/mies.	17,00	17,50	20,80	21,15	6,60
5÷10 „	19,80	22,95	21,80	23,46	10,30
10÷25 „	40,00	36,33	32,00	28,70	20,00
25÷50 „	12,40	13,50	13,53	14,00	25,70
50÷100 „	7,60	7,50	8,20	8,64	19,00
ponad 100 „	3,20	2,32	3,67	4,05	21,40

Z powyższego zestawienia widoczna jest tendencja stała zmniejszania się liczby odbiorców średnich, natomiast wyraźny wzrost liczby posesyj zużywających najmniej i zużywających najwięcej.

Wzrost liczby małych odbiorców spowodowany jest rozbudową sieci i przyłączaniem małych domków robotniczych, nie posiadających żadnych urządzeń sanitarnych. Spadek liczby domów zużywających od 10 do 25 m³ miesięcznie spowodowany jest budową łazienek i klozetów wodnych w domach starych. Wzrost liczby odbiorców największych tłumaczy się temi samemi przyczynami.

Jest rzeczą oczywistą, że w warunkach przytoczonych w zestawieniu tylko wydatne i stopniowane obniżenie ceny zasadniczej w górnych strefach zużycia zapobiec może odpadaniu większych odbiorców, natomiast ogólna zniżka ceny, z konieczności nieznaczna, nie przynosząc namacalnej ulgi małemu odbiorcy, fatalnie zaciąży nad budżetem wodociągu, sprowadzić może dochodowość do zera i nie zabezpieczy wodociągu przed powstawaniem coraz nowych studni artezyjskich.

W związku z przytoczonym rozkładem zużycia wody przez poszczególne kategorje odbiorców, dążeniem kierownictwa wodociągu jest stopniowe obniżanie pierwszego stopnia taryfy różniczkowej dla domów prywatnych. W roku bieżącym projektowane jest obniżenie pierwszego stopnia taryfy ze 100 m³ na 70. Drugi stopień stanowiłoby zużycie od 100 do 150, trzeci od 150 do 200 i czwarty ponad 200 m³. Zwiększając w ten sposób liczbę stopni, wodociąg udzielałby zniżek coraz mniejszym odbiorcom i zwiększałby zniżki dla odbiorców większych.

Opisu przyczyny powstania i stosowania taryfy różniczkowej w Białymstoku nie chcę i nie mogę traktować jako wzór do naśladownictwa, zwłaszcza w dziedzinie zużycia przez domy prywatne, gdyż nie zapominam, że wodociąg Białostocki, znajdujący się w wyjątkowych warunkach prawie wolnej konkurencji handlowej, zmuszony jest walczyć o odbiorców, w przeciwieństwie do wodociągów posiadających prawo przymusowego przyłączenia nieruchomości do sieci i nie mających właściwego powodu do wprowadzenia jakichkolwiek zniżek z tytułu większego zużycia wody przez domy prywatne. Jedynie może względy sprawiedliwości wymagałyby stosowania wyższej ceny w dzielnicach luźniej zabudowanych i to tylko w tym wypadku, jeżeli dzielnica nosi charakter willowy, nie zaś robotniczy.

Na zakończenie zaznaczyć muszę, że opisanych przez p. inż. S. Wojnarowicza wypadków »odpadania« poszczególnych odbiorców, poprzedzonych w dodatku okresem niepłacenia, w Białymstoku dzięki stosowaniu taryfy różniczkowej nie było i — mam nadzieję — nie będzie.

Inż. J. JUST i Inż. A. SZNIOLIS

Bakterjobójcze własności srebra i jego zastosowanie do dezynfekcji wody.

Z Oddziału Inżynierji Sanitarnej Państwowej Szkoły Higjeny.
Kierownik Inż. A. Szniolis.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Wybitne własności bakterjobójcze związków niektórych metali ciężkich są znane oddawna. Wiadomo również, że metale te posiadają większe lub mniejsze własności trujące i z tych względów obecność ich w produktach spożywczych oraz w wodzie do picia jest przez higjenistów i prawodawstwo zakazana. Pomimo to w poszukiwaniu nowych środków do odkażania wody, badacze zwrócili uwagę na metale ciężkie, wychodząc z założenia, że można wykorzystać własności bakterjobójcze niektórych metali, przy stosowaniu takich dawek, przy których bakterje giną, a własności trujące tego metalu w stosunku do człowieka zupełnie nie występują. Szczególnie badania lat ostatnich nad zastosowaniem srebra do dezynfekcji wody i zwalczania alg, wywołały powszechne zainteresowanie i przyczyniły się do powstania wielu najrozmaitszych aparatów, które zagranicą znalazły już szerokie rozpowszechnienie. Wywołuje to potrzebę bliższego zapoznania się z istotą zagadnienia, odpowiedniego ustosunkowania się do niego na podstawie własnych badań i ewentualnego zrewidowania stosunku do obecności w wodzie srebra, jako metalu ciężkiego.

Rozwój historyczny.

Dodatni wpływ miedzi i srebra na jakość wody był znany jeszcze w czasach starożytnych, o czem świadczą liczne wzmianki w historji. Tak np. w sanskryckim zbiorze przepisów medycznych »Ousruta Sanghita« (Rozdział XIV, wiersz 15), napisanym przed 4000 lat, podano: »...jest dobrze przechowywać wodę w miedzianem naczyniu, wystawiać na słońce i sączyć przez węgiel drzewny«. Zaś w najstarszym zbiorze przepisów »Neghrund Bhusan« wskazuje się na potrzebę gotowania wody, wystawiania na słońce i zanurzania do wody 7 razy nagrzanego kawałka miedzi.

O stosowaniu srebra pisze Herodot w swojej »Historji« (Tom I, Klio, Rozdz. 188): »Gdy wielki król wyruszał na wyprawę wojenną, zaopatrywał się w bydło i zboże; zabierał również wodę z rzeki Choaspes, która przepływała obok Suzy; tylko tę wodę pił król, nigdy innej. I w ten sposób mógł się posuwać dokąd chciał, a za nim ciągnęły wozy, na których wieziono wodę przegotowaną i przechowywaną w srebrnych naczyniach«. Mowa tu o królu perskim Cyrusie, który żył 2500 lat temu. Rozumie się, że ani autorzy przepisów medycznych, ani król Cyrus nie zdawali sobie sprawy, w jaki sposób działa kawał rozgrzanej miedzi lub srebrny zbiornik na wodę. Wiedzieli tylko tyle, że od takiej wody nikt nie choruje.

Te wiadomości praktyczne uległy widocznie w wiekach późniejszych zupełnemu zapomnieniu, gdyż następne wzmianki o własnościach srebra pojawiają się dopiero w końcu XIX wieku.

W roku 1880, szwajcarski botanik Carl v. Nägeli zauważył, że w wodach, które stykały się z miedzią lub srebrem, albo też zawierają nieznaczne ilości soli tych metali, giną algi. Ilości tych metali były tak małe, że trudno było stwierdzić ich obecność przy pomocy zwykłej analizy chemicznej. C. v. Nägeli, robiąc doświadczenia ze spyrogyrami, stwierdził, że giną one w wodzie zawierającej azotan srebra nawet w rozcieńczeniu 1 : 100 000 000 (10 γ/l Ag). Nägeli nie wierzył w możliwość chemicznego działania tego nadzwyczaj słabego roztworu srebra na drobnoustroje i z tego

względu stworzył hipotezę istnienia jakiejś specyficznej własności bakterjobójczej nadzwyczaj małych ilości srebra i nazwał to własnością oligodynamiczną [1]).

Badania C. v. Nägelego zostały powtórzone przez wielu badaczy (Saxl, Thiele, Wolf i inni), którzy stwierdzili, że bakterje również ulegają działaniu oligodynamicznemu srebra. Przebieg procesu oraz osiągnięte wyniki osłonięte były tajemniczością, zawartą w słowie »oligodynamiczny«, wierzono bowiem, że srebro działa tylko swoją obecnością. Niektórzy późniejsi badacze (Salus, Söllner, Freundlich) wypowiedzieli pogląd, że własności oligodynamiczne są wynikiem własności chemicznych, czyli, że bakterje giną dzięki chemicznemu działaniu srebra. Przypuszczenie to zostało potwierdzone przez Honigschmidta i Birbenbacha, którzy stwierdzili, że w roztworach o własnościach oligodynamicznych srebro istnieje w postaci jonowej. Ponadto Freundlich i Söllner wykazali, że w algach, uśmierconych drogą oligodynamiczną, znajduje się srebro. W ten sposób oligodynamiczne własności srebra zostały wyjaśnione z chemicznego punktu widzenia. Kwestja, w jaki sposób odbywa się zabijanie bakteryj przez jony srebra, jest jeszcze otwarta, ale z praktycznego punktu widzenia jest bez większego znaczenia.

Na praktyczne tory sprawa dezynfekcji wody przy pomocy srebra wkroczyła dopiero w roku 1928, po wydaniu monografji dr G. A. Krauzego p. t. »Neue Wege zur Wasser-Sterilisierung (Katadyn)«, który opracował techniczne rozwiązanie tego zagadnienia. Zamiast wprowadzania do wody roztworów soli srebra, zastosował on t. zw. katadynizację, opartą na zjawisku rozpuszczania się srebra metalicznego w wodzie naturalnej. Dla otrzymania odpowiedniego stężenia jonów srebra w wodzie, nadawał on srebru odpowiednią strukturę, dzięki czemu powierzchnia metalu stawała się bardzo duża, a przez odpowiedni dobór powierzchni w stosunku do objętości wody, otrzymywał urządzenie, umożliwiające wprowadzenie do wody pewnej określonej ilości srebra w określonym czasie. W ten sposób można w ciągu 6÷8 godzin wprowadzić do wody około 60 γ/l Ag. Na tej zasadzie G. A. Krauze wykonywał filtry złożone z posrebrzonego piasku kwarcowego lub posrebrzonych pierścieni Raschiga, oraz świece Berkefelda, zawierające srebro. Te urządzenia kontaktowe, aczkolwiek skuteczne w działaniu, posiadają duże wady, a mianowicie: są dość kosztowne, mają bardzo ograniczoną wydajność w stosunku do ilości wody, ze względu na ograniczoną rozpuszczalność srebra w wodzie działają wolno (czas kontaktu do 12 godzin), wymagają wody wyjątkowo czystej pod względem fizycznym, dla uniknięcia zamulania powierzchni srebrnych, które przy mętnej wodzie szybko zatracają swoją »aktywność« (zdolność do rozpuszczania się). Czas »aktywności« urządzenia nigdy nie jest znany, co nie daje pewności o sprawnem działaniu aparatu. Co pewien czas (trudny do ustalenia) powierzchnia srebrzona powinna być oczyszczona. Z powyższych względów zastosowano nowy sposób wprowadzania do wody dowolnych ilości srebra, a to przy pomocy prądu elektrycznego, czyli t. zw. elektrokatadynizację. Ten nowy sposób polega na tem, że w zbiorniku przepływowym, zwanym aktywatorem, obsadza się szereg elektrod w postaci płytek z czystego srebra, połączonych kolejno z dodatnim i ujemnym biegunem źródła słabego prądu stałego, pod wpływem czego jony srebra z anody przechodzą do wody w ilości zależnej od natężenia prądu.

Teoretyczną podstawą tego zjawiska jest pierwsze prawo elektrolizy Faradaya. Domieszki wody ulegają rozkładowi elektrolitycznemu, przyczem niektóre anjony rozpuszczają srebrną anodę w ilościach równoważnych do przeniesionej przez nie elektryczności. Teoretycznie według I prawa Faradaya 1 amperogodzina wprowadza do roztworu

$$\frac{107,88 \times 3\,600}{96\,540} = 4,023 \text{ g Ag przy } 100\% \text{ wykorzy-}$$

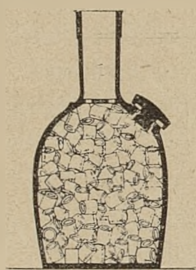
staniu prądu. Jednak przy praktycznej elektrokatadynizacji wód naturalnych nie uzyskuje się 100% odbudowy prądu w stosunku do srebra, ale przeważnie około 50%. Urządzenie zasilane jest prądem stałym o napięciu 1÷2 V. Wymagane natężenie prądu, zależnie od wielkości urządzenia, wynosi 0,02 do 10 A, przy gęstości prądu około 1 A na 1 m^2 anody. Według Krauzego ilość srebra potrzebna do odkażenia wody (poza stratą na absorbcję przez powierzchnię urządzeń i ciała organiczne) dla różnych wód wynosi:

1) Woda do picia i wody mineralne	25÷100 γ/l Ag
2) Woda w pływalniach	150÷200 „ „
3) Woda do wyrobu lodu	400 „ „
4) Woda do mycia naczyń i narzędzi w fabrykach przemysłu spożywczego	25÷600 „ „

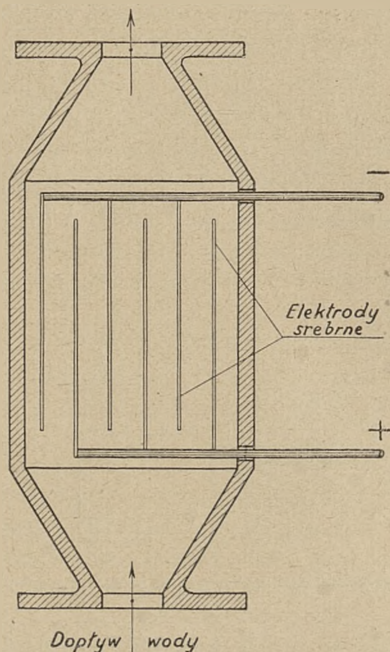
[1]) Oligos — nieliczny.

Niektóre z urządzeń Krauzego podane są na rys. 1, 2 i 3. Urządzenia te stosowane są dzisiaj do dezynfekcji wody i do zwalczania mikroflory i mikrofauny w basenach pływackich ze względu na nieobecność zapachu i smaku w wodzie, oraz do dezynfekcji wody do picia i w przemyśle spożywczym (fabryki octu, browary, fabryki sztucznych wód mineralnych i t. p.)

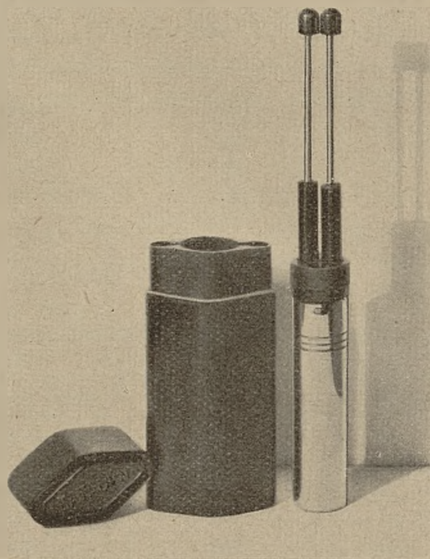
Srebro dodane do wody może być częściowo adsorbowane przez związki organiczne, zawiesiny i powierzchnie naczyń, reszta zaś pozostaje w postaci jonów, nadając wodzie stałą aktywność w stosunku do bakteryj i innych żywych drobnoustrojów.



Rys. 1. *Naczynie stołowe wypełnione posrebrzonemi pierścieniami Raschiga.*



Rys. 2. *Schemat aktywatora ze srebrnemi elektrodami.*



Rys. 3. *Kieszonkowy aparat do doraźnej dezynfekcji małych ilości wody do picia ze srebrnemi elektrodami, zasilanemi prądem z baterji umieszczonej wewnątrz rączki. Dla odkażenia 1 litra wody należy w/g D. K. Ges.*[2]*) zanurzyć elektrody do wody i mieszać w ciągu 60 ÷ 80 sekund. Czas dezynfekcji wynosi (w/g D. K. Ges.) 1 godzinę.*

Część doświadczalna.

Prace doświadczalne, wykonane przez autorów w Pracowni Oddziału Inżynierji Sanitarnej P. S. H., były zapoczątkowane jeszcze w roku 1929. Badania te były dokonane nad filtrami ze srebrem i ze srebrzonym piaskiem, zaś badania późniejsze z roztworami soli srebra oraz z elektrokatadynizacją.

A) Wpływ srebra na bakterje.

1) Badania nad filtrami ze srebrem.

a) Filtr piaskowy z dodatkiem opiłek srebra. W cylindrze szklanym z odpływem u dołu przygotowano warstwę filtracyjną z piasku, do którego dodano 10% na wagę drobnych opiłek srebra. Wysokość takiej warstwy wynosiła 150 mm. Przed rozpoczęciem doświadczenia filtr dokładnie wypłókano wodą destylowaną, poczem pobrano próbę wody i sprawdzono bakterjologicznie, czy filtr jest dobrze oczyszczony. Przez złoże tak przygotowane sączono wodę wodociągową, do której uprzednio dodano b. coli. Wodę przesączoną posiewano na płytkach agarowych (37°C, 24 godz). Wyniki podane są w tablicy I.

[2]) Deutsche Katadyn Gesellschaft, München.

Tablica I. Redukcja bakteryj w wodzie przesączonej przez filtr z opiłkami srebra.

Próba	Szybkość filtracji m^3/m^2/godz	Zawartość bakt. w 1 ml wody przed filtrem	Zawartość bakt. w 1 ml wody po filtrze, posiew po 15 min	% red.	Zawartość bakt w 1 ml wody po filtrze, posiew po 1 godz	% red.
I	10	2 900	1 600	44,9	1 500	48,4
II	2,5	300	100	66,6	85	71,6
III	2,5	550	250	54,5	235	57,3
IV	2,5	6 100	2 900	52,5	2 700	55,8

Tablica II. Redukcja bakteryj na filtrze z piasku srebrzonego oraz na filtrze z samego piasku.

Próba	Filtr z piasku srebrzonego			Filtr bez srebra		
	Ilość bakteryj w 1 ml wody przed filtrem	Ilość bakteryj w 1 ml wody po filtrze, posiew po 15 min	% red.	Ilość bakteryj w 1 ml wody przed filtrem	Ilość bakteryj w 1 ml wody po filtrze	% red.
I	180	60	66,6	5 300	5 100	3,7
II	500	200	60,0	4 900	4 450	9,1
III	1 100	380	65,4	3 350	3 100	7,1

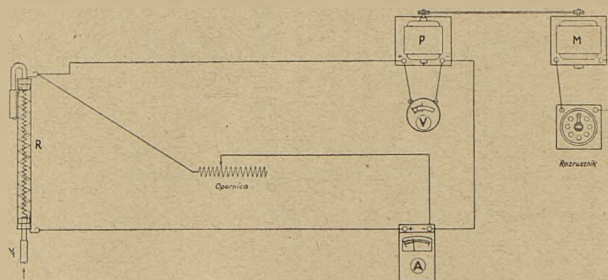
b) Filtr z piasku posrebrzonego w sposób chemiczny. Wysokość warstwy filtracyjnej wynosiła 150 mm. Przez filtr przepuszczano wodę wodociągową z dodatkiem b. coli. Szybkość filtracji wynosiła 2,5 m^3/m^2/godz. Jednocześnie dla ustalenia wpływu samego złoża na redukcję bakteryj, przygotowano drugi filtr z takiego samego piasku, lecz bez srebra. Warunki pracy obu filtrów były jednakowe. Wyniki osiągnięte na obu płytkach agarowych podane są w tablicy II.

Wyniki, podane w tablicy I i II, wskazują wyraźnie, że srebro dodane do złoża filtracyjnego wydatnie zmniejsza liczbę bakteryj. Procent redukcji bakteryj jest stosunkowo niewielki. Można to tłumaczyć dużą prędkością filtracji i małą wysokością złoża.

2) Badania z roztworami soli srebra i z urządzeniem do elektrokatadynizacji.

Jako dalszy ciąg badań nad możliwością wyzyskania bakterjobójczych własności srebra do dezynfekcji wody, dokonano szeregu równoległych doświadczeń z roztworami soli srebra oraz ze specjalnie do tego celu zbudowanem urządzeniem doświadczalnem do dawkowania srebra na drodze elektrolitycznej. Obok tego, równolegle przeprowadzono szereg prób z aparacikiem kieszonkowym, dostarczonym przez firmę D. K. Ges. (rys. 3).

a) Opis urządzenia doświadczalnego do elektrokatadynizacji wody. Urządzenie (rys. 4) składa się z aktywatora w postaci rurki szklanej długości 250 mm i ∅ 25 mm, z obu końców zaopatrzonej w korki gumowe z otworami. Wewnątrz rurki umieszczone są dwie elektrody srebrne w kształcie spirali położonych względem siebie koncentrycznie. Powierzchnia każdej elektrody wynosiła 22 cm^2. Końce elektrod wyprowadzone są nazewnątrz i połączone ze źródłem słabego prądu stałego z prądnicy *P*, pędzonej motorkiem elektrycznym *M* o ilości obrotów dającej się swobodnie regulować. Natężenie prądu mierzono zapomocą czułego galwanometra z dokładnością do 0,00005 A (0,05 mA). Na-



Rys. 4. *Urządzenie doświadczalne do elektrokatadynizacji wody.*

pięcie mierzono przy pomocy woltomierza z dokładnością do 0,1 V. W czasie doświadczeń natężenie prądu przechodzącego przez aktywator regulowano opornicą w ten sposób, aby wynosiło

2,5 mA przy napięciu 1÷1,2 V. Gęstość prądu na 1 m^2 anody wynosiła zatem 2,5 A. Urządzenie powyższe może dawać w ciągu 1 minuty 83,75 γ Ag w postaci jonowanej przy 50% odbudowie prądu.

b) Kontrola ilości srebra wprowadzonego do wody. W przypadku dodawania do wody srebra w postaci roztworu soli srebra, ilość srebra jest zawsze znana i łatwa do obliczenia.

Przy stosowaniu filtrów srebrnych lub srebrzonych ilość srebra rozpuszczającego się w wodzie jest zależna od wielkości i struktury powłoki srebrnej, ilości i jakości wody, oraz wielu czynników fizyko-chemicznych, przyczem szybkość przepływu (t. zn. czas kontaktu wody ze złożem srebrnem) posiada znaczenie decydujące. Duże znaczenie posiada również stopień zamulenia powierzchni srebrnych czyli t. zw. stopień aktywności, polegający na zdolności do rozpuszczania się srebra. Wobec tego ilość srebra wprowadzonego do wody w tym przypadku nie może być ani obliczona ani nawet zgrubsza przewidziana. Jednak dla prawidłowego przebiegu procesu należy znać dawkę srebra, wobec czego powstaje potrzeba określania ilości srebra na drodze analitycznej. Z metod zalecanych do tego celu żadna nie dawała zadawalających wyników, wobec tego autorzy opracowali własną metodę, pozwalającą oznaczyć z łatwością nawet 5 γ Ag w próbie wody (18).

Co się zaś tyczy ilości srebra wprowadzanego do wody przy elektrokatadynizacji, to Krauze opiera się na I prawie Faradaya, przyjmując średnio 50% odbudowę prądu. Badania nasze wykazały jednak, że ten sposób obliczania posiada ograniczone zastosowanie, gdyż mineralny skład wody ma, jak wskazują niżej podane wyniki, decydujący wpływ na stopień odbudowy prądu. Tak np. przy pracy z warszawską wodą wodociągową otrzymaliśmy wyniki oznaczenia analitycznego naogół zgodne z obliczeniem, natomiast przy wodach wzbogaconych w związki mineralne odchylenia są bardzo wysokie.

Tablica III. Stopień odbudowy prądu przy elektrokatadynizacji wody wodociągowej.

Sposób dodawania srebra	Ilość srebra obliczona z natężenia prądu γ/l Ag	Ilość srebra oznaczona analitycznie γ/l Ag	% odbudowy
Aktywator doświadczalny	200	95	47,5
„ „	400	190	47,5
Aparat kieszonk. DKGes.	374	190	50,8

c) Doświadczenie z wodą wodociągową z dodatkiem b. coli. Charakter wody: mętność — niżej 1 mg/l SiO_2; barwa — 14 mg/l Pt; odczyn — 7,4 p_H; chlorki — 13,2 mg/l Cl′; temperatura — 15° C. Ogólna liczba bakteryj w 1 ml wody przy posiewie na agarze w 37° C po 24 godz — 320.

Wyniki odkażania przy pomocy srebra podane są w tablicy V.

d) Woda zanieczyszczona z dodatkiem b. coli. Wodę taką przygotowano, dodając do wody wodociągowej ścieków uprzednio pozbawionych bakteryj. Mieszanina taka po dodaniu zawiesiny b. coli posiadała następujące własności: mętność — w. 1 mg/l SiO_2; barwa — 17 mg/l Pt; odczyn — 7,7 p_H; chlorki — 26 mg/l Cl′; temperatura — 15° C. Ogólna

Tablica IV. Wpływ mineralnego składu wody na stopień odbudowy prądu.

Próba	Rodzaj wody	Skład wody							Czas aktywacji sek	Natężenie prądu mA	Ilość srebra obliczona z natężenia prądu γ/l Ag	Ilość srebra określona analitycznie γ/l Ag	% odbudowy prądu
		Barwa mg/l Pt	Mętność mg/l SiO_2	Temper. °C	Odczyn p_H	Azotany mg/l N	Siarczany mg/l SO_4	Chlorki mg/l Cl					
1	Woda wodociągowa	15	<1	17	7,3	0,05	35	13	60	7,5	502	240	47,8
2	Woda wodoc. + sole	14	<1	17	7,27	**5,05**	**120**	**255**	60	17÷16,5	1123	50	4,4
3	„ „ + „	14	<1	17	7,3	0,06	38	**255**	60	15÷14,5	988	40	4,04
4	„ „ + „	14	<1	17	7,3	0,06	**120**	13,8	60	9,5	636	320	50,3
5	Woda destylowana	0	0	17	6,6	0	0	śl.	60	0,05	3,35	ślad	ok. 0
6	Woda destyl. + sole	0	0	17	6,8	**5**	**100**	**250**	60	14,5÷13	921	50	5,44
7	„ „ + „	0	0	17	6,8	5	0	0	60	1,15	77	75	97,4
8	„ „ + „	0	0	17	6,8	0	100	śl.	60	5,5	368	350	95,1
9	„ „ + „	0	0	17	6,8	0	0	250	60	11,5÷11	754	25	3,31

liczba bakteryj w 1 ml na agarze po 24 godz w 37° C — 430.

Wyniki podane są w tablicy VI.

e) Woda mętna zanieczyszczona z dodatkiem b. coli. Do wody wodociągowej dodano ścieków mętnych, lecz pozbawionych bakteryj, oraz mułu z osadnika wody rzecznej na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie. Do tej mieszaniny dodano następnie zawiesiny b. coli. Mętność — 15 mg/l SiO_2, barwa — 17 mg/l Pt; odczyn — 7,8 p_H; chlorki — 25,5 mg/l Cl′; utlenialność — 5,8 mg/l O_2; temperatura — 14° C. Ogólna liczba bakteryj w 1 ml na agarze po 24 godz w temp. 37° C — 370.

Wyniki na agarze podane są w tablicy VII.

f) Woda z pływalni przy ul. Łazienkowskiej (Klub Sportowy »Legja«). Próbę wody pobrano dn. 20/IX. Woda o wyraźnem zanieczyszczeniu fizycznem posiadała własności: barwa — 15 mg/l Pt; mętność — 5 mg/l SiO_2; chlorki — 15,5 mg/l Cl′; odczyn — 7,5 p_H; utlenialność — 4,3 mg/l O_2. Ogólna liczba bakteryj na agarze po 24 godz w temp. 37° C — 600.

Tablica V. Liczba bakteryj pozostałych w wodzie po dodaniu azotanu srebra i po zastosowaniu elektrokatadynizacji.

Czas dokonania posiewu (godz)	Srebro w postaci $AgNO_3$ w ilości		Obliczona ilość*) srebra dodanego zapomocą urządzenia doświadczalnego		Obliczona ilość*) srebra dodanego zapomocą aparatu kieszonkowego	
	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag
0	320	320	320	320	320	320
1/2	115	110	112	85	100	86
1	78	67	72	42	69	50
2	35	29	18	2	13	0
3	16	10	1	0	. 0	0
5	0	0	0	0	0	0

*) W założeniu 50% odbudowy prądu.

Tablica VI. Redukcja bakteryj w wodzie zanieczyszczonej.

Czas (godz)	Srebro dodane w postaci $AgNO_3$		Srebro dodane zapomocą urządzenia doświadczalnego		Srebro dodane zapomocą aparatu kieszonkowego	
	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag
1/2	200	171	188	169	186	170
1	125	110	114	85	95	83
2	70	66	74	67	71	60
3	20	5	29	24	25	10
5	0	0	1	0	0	0

Tablica VII. Redukcja bakteryj w wodzie mętnej.

Czas (godz)	Srebro dodane w postaci $AgNO_3$		Srebro dodane zapomocą urządzenia doświadczalnego		Srebro dodane zapomocą aparatu kieszonkowego	
	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag	100 γ/l Ag	200 γ/l Ag
1/2	125	92	136	130	130	92
1	61	57	73	70	55	50
2	28	24	37	25	35	23
3	18	17	22	13	28	10
5	4	3	5	3	11	4
7	0	0	0	0	0	0

Do dwóch jednakowych prób wody dodano srebra w ilości 200 γ/l Ag, do pierwszej w postaci $AgNO_3$, do drugiej zapomocą urządzenia doświadczalnego.

Wyniki na agarze podane są w tablicy VIII.

Tablica VIII. Wyniki srebrzenia wody z pływalni.

Czas (godziny)	$AgNO_3$		Urządzenie doświadczalne	
	Pozostało bakteryj w 1 ml	% redukcji	Pozostało bakteryj w 1 ml	% redukcji
1/2	60	90,0	50	91,6
1	10	98,3	12	98,0
2	5	99,1	5	99,1
3	3	99,5	3	99,5
5	3	99,5	2	99,6

Jak widać z powyższej serji badań, jony srebra wprowadzone do wody powodują stopniowy zanik bakteryj, niezależnie od tego, w jaki sposób zostały wprowadzone, t. zn. czy w postaci soli, czy też sposobem elektrochemicznym. Skład wody, a szczególnie mętność, wywiera wpływ na stopień dezynfekcji. W doświadczeniu *c*) ujawniły się znaczne różnice, co może być wytłumaczone innym procentem odbudowy prądu niż przyjęto ze względu na skład wody.

g) *Badanie nad aktywnością wody odkażonej zapomocą srebra.* Do wody wodociągowej w jałowej butelce dodano srebra w postaci $AgNO_3$ w ilości 100 γ/l Ag. Następnie do wody tej co pewien czas dodawano b. coli i po pewnym czasie kontaktu dokonywano posiewów na płytkach agarowych.

Otrzymano wyniki podane w tablicy IX.

Tablica IX. Wymieranie bakteryj dodanych do wody odkażonej srebrem.

Czas dodania b. coli	Liczba dodanych b. coli na 1 ml wody	Czas kontaktu od chwili dodania b. coli do chwili posiewu	Liczba pozostałych b. coli w 1 ml	% redukcji
29/XI 34	42	2 godz	12	71,4
30/XI	180	1 „	65	63,8
1/XII	180	5 „	4	97,7
15/XII	220	5 „	10	95,5
15/I 35	280	5 „	35	87,5

Jak widać z powyższego, srebro dodane do wody pozostaje w niej w postaci jonowej przez bardzo długi okres czasu, zachowując swą aktywność w stosunku do bakteryj, t. zn. zabija nietylko bakterje znajdujące się w wodzie przed dodaniem srebra, lecz także i bakterje, które dostają się do wody już po odkażeniu przy pomocy tego metalu.

B) Wpływ srebra na organizmy roślinne i zwierzęce żyjące w wodzie.

1) Doświadczenie z mikroflorą i mikrofauną.

Do 5 jednakowych kolb Erlenmayera odmierzono po 250 ml wody wodociągowej, nasyconej CO_2 i dodano do każdej próby po 10 ml wody z płytkiej studni z wyhodowaną uprzednio mikroflorą i mikrofauną. Poczem do prób dodano kolejno 0, 50, 100, 200 i 400 γ/l Ag. Próby ustawiono dnia 15/I 1935 r. W ciągu pierwszych dwóch tygodni żadnych widocznych różnic nie stwierdzono w próbach 2, 3, 4 i 5, natomiast w próbie bez srebra plankton rozwinął się obficie. Próby o zawartości 50 i 100 γ/l Ag po miesiącu wykazały wyraźnie rozwinięty plankton, zaś próby o zawartości początkowej 200 i 400 γ/l Ag pozostały bez zmiany w ciągu 3 miesięcy. Po dwóch miesiącach wszystkie próby zbadano mikroskopowo i określono ilość rozpuszczonego srebra w wodzie przefiltrowanej.

Wyniki podane są w tablicy X.

Tablica X.

Próba	Ilość srebra dodana na 1 l dnia 15/I γ/l Ag	Stopień rozwoju życia dnia 15/III	Ilość srebra znaleziona dnia 15/III γ/l Ag
1	0	b. obfity	0
2	50	„	ślad
3	100	„	15
4	200	niema życia	—
5	400	niema życia	100

Z dokonanego doświadczenia można wnioskować, że jony srebra w wodzie zawierającej ciała organiczne ulegają absorbcji, dzięki czemu mała ilość srebra dodanego może być przez te ciała unieszkodliwiona. Większe dawki dodanego srebra hamują rozwój organizmów na dłuższy okres czasu. Wyniki te pokrywają się z badaniami niemieckiemi, wykonanemi w roku 1931/32 przez Deutsche Katadyn Ges. w małym basenie pływackim we Frankfurcie. W czasie tych badań okazało się, że srebra należy dodawać tyle, aby pokryć straty wywołane przez absorbcję zbiornika i częściowo ciał

organicznych. Po dodaniu przy pierwszej próbie 215 γ/l Ag, w wodzie pozostało zaledwie 65 γ/l Ag— reszta zaś została zaabsorbowana przez ściany i dno zbiornika oraz rury.

2) Doświadczenie z dafniami.

Do 5 jednakowych naczyń szklanych odmierzono po 250 ml świeżej wody wodociągowej, dodano pożywkę i do każdego naczynia wpuszczono po 10 dafni (Daphnia magna), mniej więcej jednakowej wielkości i ruchliwości, poczem dodano kolejno różne ilości srebra i obserwowano życie dafni.

Wyniki podane są w tablicy XI.

Tablica XI. Zachowanie się dafni w wodzie zawierającej srebro.

Czas obserwacji	Dawka Ag 0	Dawka Ag 50 γ/l	Dawka Ag 100 γ/l	Dawka Ag 200 γ/l	Dawka Ag 400 γ/l
	Ilość dafni żywych	Ilość dafni żywych	Ilość dafni żywych	Ilość dafni żywych	Ilość dafni żywych
0	10	10	10	10	10
po 10 min	10	10	10	10	10
„ 40 „	10	9	8	8	8
„ 70 „	9	8	6	7	6
„ 100 „	9	1	0	0	0
„ 160 „	9	0	—	—	—
po 24 godz	7	—	—	—	—
„ 48 „	6	—	—	—	—
„ 72 „	5	—	—	—	—
„ 96 „	5	—	—	—	—
po 6 dniach	2	—	—	—	—

Na podstawie wyżej podanych wyników można twierdzić, że dafnie bardzo szybko ulegają działaniu małych ilości srebra, przyczem wielkość dawki w granicach stosowanych dla wody ma wpływ nieznaczny. Ciekawą jest rzeczą, że larwa komara (Larva culex pipiens), przeniesiona razem z dafniami do próby wody o zawartości 400 γ/l Ag, żyła i czuła się dobrze w ciągu 7 dni.

Zamieranie dafni w wodzie ze srebrem odbywało się w zupełnie odmienny sposób od zamierania naturalnego.

3) Doświadczenie z rybami.

Do doświadczenia użyto karasiów złotych i szarych własnej hodowli.

Do naczynia szklanego nalano 15 litrów świeżej wody wodociągowej o temperaturze 18° C i wpuszczono dwie rybki, szarą i złotą, wagi 20 i 26 gramów. Rybki szybko się przyzwyczaiły do nowego środowiska, jadły i pływały po całem akwarjum. O godz 9-tej dodano do wody srebra w postaci $AgNO_3$ w ilości 250 γ/l Ag i dobrze wymieszano, nie dotykając ryb. Po upływie około 1 godz (godz 10-ta) zauważono, iż rybki osiadły na dnie naczynia i oddychały bardzo niespokojnie. Pomimo wyraźnego wysiłku nie mogły się wznieść do góry po jedzenie. Na łuskach wydzielał się śluz w postaci pajęczyny. O godz 18-tej rybka złota przestała dawać oznaki życia, wobec czego doświadczenie przerwano, przesadzając karasia szarego do akwarjum z wodą bez srebra. Po kilku godzinach czuł się zupełnie dobrze i szukał jedzenia. Żyje do chwili obecnej. Sekcja pobieżna rybki złotej wykazała zupełnie nienormalny wygląd pęcherzów powietrznych.

Doświadczenie powtórzono w sposób podobny z innemi rybkami, dodając do wody tylko 50 γ/l Ag. Z początku, w ciągu około dwóch godzin, rybka złota zachowywała się zupełnie swobodnie, jadła i pływała po całem akwarjum. Jednak po upływie 3-ch godzin od chwili dodania srebra, rybka trzymała się coraz bliżej dna i oddychała nierównomiernie. Po 4-ch godzinach wykazywała wszelkie objawy zaobserwowane w doświadczeniu poprzedniem, wobec czego doświadczenie przerwano, usuwając srebro drogą stopniowego rozcieńczenia wody w akwarjum. Po usunięciu w ten sposób srebra, po 2 godzinach rybka czuła się zupełnie normalnie. Żyje do dnia dzisiejszego.

Z tych nawet nielicznych doświadczeń można wnioskować, że fauna wodna jest niezmiernie wrażliwa na obecność jonów srebra, tak, że nawet małe dawki, 50 γ/l Ag, powodują jej szybkie wymieranie.

C) Możliwość ujemnego wpływu srebra w wodzie na zdrowie człowieka.

Jak wynika z badań wyżej przytoczonych, jony srebra działają skutecznie na obecne w wodzie bakterje oraz mikroflorę i mikrofaunę. Powstaje pytanie, czy te ilości srebra, używane do odkażania wody, nie będą szkodliwe dla organizmu ludzkiego, t. zn. czy nie będą wywoływać objawów zatrucia, ewentualnie chorobowego stanu narządów wewnętrznych.

Literatura zagraniczna główną uwagę skupiła na możliwości wywołania srebrzycy u człowieka. Tak np. Poulsson podaje, że w organizmie ludzkim musi się zgromadzić od 15÷30 g srebra, aby wywołać objawy srebrzycy. Na podstawie tego obliczono, że przy stałem spożywaniu wody o zawartości przeciętnej srebra 100 γ/l Ag, trzebaby używać tę wodę w ciągu około 200 lat. Wynik tego obliczenia zdaje się być bardzo zachęcający, tem bardziej, że człowiek może spożyć w ciągu 70 lat około 6÷7 g Ag, pijąc wodę odkażoną przy pomocy srebra. Do podobnych wniosków przychodzą Degkwitz i Konrich na podstawie badań dokonanych na szczurach i świnkach morskich, którym podawano 0,5 g Ag tygodniowo w wodzie do picia. Na podstawie wyników swoich doświadczeń doszli do wniosku, że srebro w tych ilościach nie może mieć wpływu na zdrowie ludzkie. Autorzy jednak, na podstawie niżej opisanych badań nad szczurami, doszli do odmiennego poglądu.

Do badania użyto szczurów z dobrej i zdrowej kolonji. Przeciętna waga szczura w dniu rozpoczęcia badania wynosiła 88 g. Partję szczurów złożoną z dwudziestu kilku sztuk, podzielono na 8 grup po 3 sztuki w jednej grupie i dawano do picia każdej grupie wodę wodociągową o różnej zawartości srebra, dodawanego w postaci $AgNO_3$. Badanie wykonano w dwóch serjach, przyczem doświadczenie I serji obejmowało grupy otrzymujące do picia wodę o zawartości 0, 50, 100, 200 i 400 γ/l Ag i trwało 40 dni, zaś doświadczenie II serji obejmowało grupy otrzymujące wodę o zawartości 400, 700 i 1 000 γ/l Ag i trwało 100 dni. W obu serjach doświadczeń szczury otrzymywały jednakowe pożywienie kolonji hodowlanej [3]).

W czasie badania szczury zachowywały się zupełnie normalnie, rozmnażały się, karmiły młode, które następnie piły wodę zawierającą srebro.

[3]) Szczury w czasie doświadczenia znajdowały się w specjalnem pomieszczeniu przy Stacji Badania Wartości Odżywczej Produktów Spożywczych.

W dniu ukończenia doświadczenia drugiej serji przeciętna waga 1 szczura wynosiła 186 g. Ilość wody wypijanej przez 1 szczura w ciągu doby wynosiła przeciętnie 19 ml, czyli ilość srebra spożywana przez 1 szczura poszczególnych grup wynosi 4,08, 7,16 i 10,2 mg Ag na 1 kg wagi szczurów.

Po ukończeniu doświadczenia, szczury otrzymujące dawkę 400, 700 i 1 000 γ/l Ag poddano sekcji i badaniu histologicznemu niektórych organów wewnętrznych.

Szczegółowa sekcja [4]) szczurów nie wykazała żadnych zmian w organizmie oprócz lekkiego przekrwienia. Objawów srebrzycy i zatrucia nie stwierdzono. Natomiast badania histologiczne [5]) śledziony, wątroby i nerek wykazały następujące zmiany:

1) Przy dawce 400 γ/l Ag:

Śledziona — normalna.

Wątroba — lekko przekrwiona.

Nerki — lekkie przekrwienie kłębków, przekrwienie żylne i naczyń włoskowatych, gdzieniegdzie wybroczyny do światła kanalików występujące ogniskowo (haematoria) i powodujące zmiany wsteczne w nabłonkach. W niektórych kłębkach, w większych naczyniach, a specjalnie w ściankach kanalików zawierających wybroczyny i w samych wybroczynach odkłada się obfity, brunatny pigment (prawdopodobnie Haemosyderyna).

2) Przy dawce 700 γ/l Ag:

Śledziona — normalna.

Wątroba — przekrwienie, wybroczyny domiąższowe świeże i stare. Duże ilości barwnika krwi w naczyniach i wybroczynach.

Nerki — jak przy dawce 400 γ/l Ag, lecz wszelkie zmiany silniej zaznaczone.

3) Przy dawce 1 000 γ/l Ag:

Śledziona — zwiększenie ilości barwnika.

Wątroba — przekrwienie, wybroczyny domiąższowe świeże i stare. Bardzo duża ilość barwnika krwi w naczyniach i wybroczynach.

Nerki — jak przy dawce 700 γ/l Ag; zmiany krwiotoczne jeszcze silniej zaznaczone.

Powyższe wyniki nastręczają szereg uwag i zastrzeżeń co do szkodliwości srebra. Widocznie

[4]) Sekcji szczurów dokonał dr A. Szczygieł w Oddziale Biochemji P. S. H.

[5]) Badania histologiczne zostały dokonane w Oddziale Badania Organopreparatów P. S. H. przez dr Janinę Duszyńską.

badacze zagraniczni nie dokonywali badań histologicznych, bo o tem nie wspominają, sekcja zaś i obserwacje zewnętrzne nad zachowaniem szczurów prawdopodobnie nie wystarczają do wysnuwania wniosków. Prawda, że dawki w II serji naszych badań były znacznie wyższe od normalnie proponowanych do dezynfekcji wody do picia, co może mieć pewien wpływ na przyśpieszenie zmian w organach wewnętrznych, jednakże ilości srebra wprowadzone do organizmu przy tych dawkach były wielokrotnie mniejsze od dawek w doświadczeniu Konricha. Czy zjawisko to obserwowane na szczurach można dosłownie przenieść na człowieka, mogą w tej sprawie zabrać głos biolodzy i lekarze. W każdym razie wyniki otrzymane na szczurach silnie podważają pogląd niemieckich autorów na całkowitą nieszkodliwość srebra dla człowieka i wymagają dokonania dodatkowych badań biologicznych, zanim ten sposób odkażania wody do picia będzie mógł uzyskać prawo obywatelstwa.

Streszczenie i wnioski o możliwościach wykorzystania bakterjobójczych własności małych ilości srebra.

1) Jony srebra dodane do wody działają na bakterje, mikroflorę i mikrofaunę w sposób jednakowy, niezależnie od tego, czy wprowadzone zostały w postaci rozpuszczalnej soli srebra, czy przez rozpuszczenie w wodzie srebra metalicznego, czy też w sposób elektrochemiczny.

2) Dla dezynfekcji wód mało zanieczyszczonych pod względem fizycznym i chemicznym wystarcza dawka około 100 γ/l Ag, przyczem dostateczny stopień dezynfekcji osiąga się w ciągu 3 ÷ 5 godzin.

3) Większość srebra jonowego dodanego do wody pozostaje przez dłuższy okres czasu w stanie niezmienionym, nadając przez to stałą aktywność wodzie pod względem bakterjobójczym. Z tego względu wtórny rozwój bakteryj zarodnikowych w wodzie długo przechowywanej jest uniemożliwiony, a wtórne zakażenie wody ulega w ciągu 4 ÷ 5 godzin zupełnej likwidacji.

4) Dla dezynfekcji wody i zwalczania mikroflory i mikrofauny w otwartych zbiornikach (np. pływalnie) potrzebna jest większa dawka srebra — co najmniej 200 γ/l Ag. Ze względu na osiadanie srebra na powierzchniach zbiorników oraz absorbcję przez ciała organiczne i zawiesiny, konieczne jest w tym wypadku stałe uzupełnianie strat srebra (codziennie 60 ÷ 70 γ/l Ag).

5) Na wyższe ustroje żyjące w wodzie, jak np. dafnie i ryby, jony srebra działają w sposób widoczny w krótkim czasie już przy dawce 50 γ/l Ag.

6) Obserwacja i sekcja szczurów, pojonych w ciągu 100 dni wodą zawierającą 400 ÷ 1 000 γ/l Ag, nie wykazała widocznych skutków ujemnego działania srebra. Jednak opierając się na badaniach histologicznych organów wewnętrznych tych szczurów, dochodzimy do wniosku, że stałe używanie wody odkażonej zapomocą srebra nie może być jeszcze uważane za całkiem bezpieczne dla zdrowia człowieka i że zagadnienie to powinno być dokładnie zbadane na drodze biologicznej.

7) Można przypuszczać, że sporadyczne używanie wody odkażonej srebrem, np. w wyprawach naukowych, wycieczkach, oraz w czasie wojny, nie może wywołać objawów szkodliwości.

8) Używanie srebra do zwalczania alg i odkażania wody w pływalniach nie wzbudza obaw co do szkodliwości i może być zalecane ze względu na skuteczność działania oraz nieobecność zapachu i smaku, jak np. przy chlorowaniu.

9) Koszt odkażania wody tym sposobem jest znacznie wyższy od chlorowania. Przy dawce 100 mg Ag na 1 m^3 wody koszt dezynfekcji wynosi około 2,5 grosza przy elektrokatadynizacji i 1,5 grosza przy stosowaniu $AgNO_3$.

10) Ze względu na znaczny wpływ mineralnego składu wody (chlorki) na stopień odbudowy prądu przy elektrokatadynizacji, dawkowanie srebra nie może być oparte wyłącznie na obliczeniach, lecz powinno być kontrolowane analitycznie.

Piśmiennictwo.

1) C. v. Nägeli. Über die oligodynamischen Erscheinungen an lebenden Zellen. *Neue Denkschriften der allg. Schweizer Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft* **33**, Abt. 1 (1893).
2) M. S. Babbit and B. C. C. E. Doland. Water Supply Engineering. First ed. 1929, p. 561.
3) G. A. Krause. Neue Wege zur Wassersterilisierung (Katadyn). Verlag J. T. Bergmann, München 1928.
4) G. A. Krause. Wasserentkeimung durch das Elektrokatadynverfahren. *Vom Wasser* **7**, 310 (1933).
5) G. A. Krause. Oligodynamische Wassersterilisierung durch Katadynsilber. *Ges.-Ing.* **52**, 500 (1929).
6) H. Thiele u. K. Wolf. Über die bakterienschädigenden Einwirkungen der Metalle. *Arch. f. Hyg.* **34**, 43 (1899).
7) P. Saxl. Über die keimtötende Fernwirkung von Metallen (oligodynamische Wirkung). *Wien. Kl. Woch.* **30**, 714 (1917).
8) G. Salus. Oligodynamische Metallwirkungen. *Wien. Kl. Woch.* **32**, 1220 (1919).

9) H. Freundlich u. K. Söllner. Zur Erklärung der oligodynamischen Wirkung. *Biochem. Zeitschr.* **203**, 3 (1928).
10) K. Laubenheimer. Über die Einwirkung von Metallen und Metallsalzen auf Bakterien und Bakteriengifte. *Zeitschr. f. Hygiene* **92**, 253 (1920).
11) W. Olszewski. Die Desinfektion von Wasser mit Silbersalzen sowie mit Katadynsilber. *Vom Wasser* **3**, 91 (1929).
12) R. Degkwitz. Neue Wege zur Sterilisierung. *Kl. Wochschr.* **8**, 342 (1929).
13) F. Konrich. Über oligodynamische Trinkwassersterilisierung vermittelst des Katadynverfahrens. *Ges.-Ing.* **52**, 804 (1929).
14) S. V. Moiseev. The sterilisation of drinking water by silver coated sand. *Journ. Am. W. W. Assoc.* **26**, 217 (1934).
15) E. Poulsson. Lehrbuch der Pharmakologie. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1909. S. 495-6.
16) H. Beger. Über die oligodynamische Metallwirkung und ihre praktische Anwendung in dem sogenannten »Katadynverfahren«. *Kl. Mitt. für die Mitglieder des Vereins für Wasser- Boden- und Lufthygiene* **10**, 182 u. 339 (1934).
17) F. Feigl. Silberbestimmung mittelst p-Dimethylaminobenzylidenrhodanin. *Ztschr. anal. Chem.* **74**, 38 (1923).
18) J. Just i A. Szniolis. Nowa metoda oznaczania chemicznego małych ilości srebra w wodzie. *Archiwum Chemji i Farmacji* **2**, 171 (1935).
19) W. Lock. Sieben Jahre Wasserwirtschaft im Stadion zu Frankfurt a/M. *Das Bad* **30**, 12 (1935).

Inż. EUGENJUSZ KĄTKOWSKI

O odkażaniu wody dla wodociągów miejskich.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Na posiedzeniu Sekcji Techniczno-Sanitarnej Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich, przy omawianiu tematów referatów na Sekcji Techniczno-Sanitarnej na Zjazd w Bydgoszczy, zaproponowano mnie wygłoszenie referatu na temat odkażania (dezynfekcji) wody. Pracując wiele lat w tej dziedzinie i mając duże praktyczne doświadczenie w urządzaniu i eksploatacji centralnych stacyj oczyszczania i odkażania wody dla wodociągów, chętnie zgodziłem się na tę propozycję, i obecna praca, bardzo skrócona i niedokładna spowodu braku czasu, może jednak przyniesie pewną korzyść przez objektywne ujęcie ciekawego i trudnego tematu zjazdowego.

Dla łatwiejszego wprowadzenia słuchaczy w samo sedno sprawy odkażania wód wodociągowych, zacznę od krótkiego opisu konkursu międzynarodowego na oczyszczanie i odkażanie wód użytkowych, ogłoszonego przez miasto Marsylję w 1910 r., według oficjalnego sprawozdania z tego konkursu, opublikowanego w grudniu 1910 r. przez sprawozdawców Komisji Badań pp. dra O. Arnaud, Ch. Fabry i dra Moitessier [1]).

Sprawozdanie Komisji doświadczalnej w Marsylji.

Główny port Francji, Marsylja, od dawnych czasów cierpiał na bardzo wysoką śmiertelność od tyfusu brzusznego, który pochłaniał w dziesięcioleciu 1900—1909 ok. 260 osób rocznie, co stanowiło 51,2 na 100 000 i czterokrotnie przewyższało odsetek śmiertelnych wypadków od tej choroby w Paryżu, gdzie śmiertelność ta wynosiła tylko 13,5 na sto tysięcy mieszkańców.

Główną przyczyną tak wielkiej śmiertelności od tyfusu, prócz niepomyślnych sanitarnych warunków miast portowych wogóle, była bezspornie bardzo zła woda wodociągu Marsylji, który pobierał wodę z kanału, zasilanego przez rzekę Durance, mocno zanieczyszczoną przez ścieki kilku miast i fabryk, a także przez wody atmosferyczne, spłókujące uprawne pola. Kanał ten, długości ok. stu kilometrów, z których 75 otwartych, swoją drogą przyjmuje wszystkie ścieki z otaczających pól, w znacznej mierze nawożonych odpadkami miejskiemi, zawierającemi wydaliny ludzkie, tak, że po przypływie do Marsylji niesie wodę zupełnie niezdatną do picia. To też według badań, wykonanych w 1909 r., przeciętna ilość bakteryj wynosiła ok. 7 000 w cm^3, a bacterium coli ok. 3 000 w litrze.

To też zarząd miejski w listopadzie 1908 r. wyłonił komisję dla zbadania tej sprawy i opracowania sposobu ulepszenia wodociągu. Były dwa sposoby rozwiązania tego zadania:

1) doprowadzenie wody źródlanej i
2) oczyszczenie wody kanału.

Szerokiej publiczności wydawało się naturalnie, że pierwszy sposób musi być lepszy, ponieważ już samo pojęcie «woda źródlana» jest ogólnie przyjęte jako coś doskonałego i nęcącego, ale praktyka ostatnich lat niezupełnie zgadza się z tem pojęciem. Tak np. miasto Paryż, które kosztem 600 miljonów fran-

---

[1]) Rapport presenté au nom de la Commission Extra-Municipale de Contrôle des essais d'épuration de l'eau du Canal, alimentant la ville de Marseille, par MM. Dr. O. Arnaud, médecin-major de I-re classe à l'Hôpital militaire, Ch. Fabry, professeur à la Faculté des Sciences et le Dr. Moitessier, professeur à l'École de Médecine. — Marseille 1910.

ków ujęło i doprowadziło do miasta szereg wód źródlanych (l'Avre, la Vanne, la Dhuis, le Loing et le Lunain), jednak miało liczne epidemje tyfusu, spowodowane zakażeniem tych wód odpadkami organicznemi, mimo ustanowienia ochronnych stref koło tych źródeł. Obecnie Paryż już używa w znacznej części oczyszczonej wody rzecznej i zmuszony jest dezynfekować wody źródlane. Inne miasta, jak Rouen, Nancy, Pau, Besançon, miały analogiczne doświadczenia z wodami źródlanemi i muszą też opracować specjalne sposoby odkażania swych wód.

Proponowane dla Marsylji wody ze źródeł Fontaine l'Evêque także nie dają absolutnej pewności pod względem zakażenia i mimo kosztu ok. 50 miljonów, potrzebnego na ujęcie i doprowadzenie tej wody do miasta, będą musiały dla pewności ulec odkażaniu.

Na mocy tych przesłanek, Rada Miejska zdecydowała 28-go kwietnia 1910 r. rozpisać konkurs międzynarodowy na urządzenie i eksploatację instalacyj doświadczalnych dla oczyszczania i odkażania wód kanału, w rozmiarze dostatecznym dla wyciągnięcia z nich praktycznych wskazówek dla większego urządzenia. Rozmiar stacyj doświadczalnych określono na 200 m³ na dobę. Do konkursu powołano wszystkie firmy, które zgodziły się na własny koszt urządzić i eksploatować w przeciągu trzech miesięcy instalację swego systemu. Dla kontrolowania tych doświadczeń wyłoniono specjalną komisję pod przewodnictwem p. Domergue, wiceprezesa Rady Higjeny, i przy udziale szeregu rzeczoznawców.

Do konkursu zgłoszono następujące systemy:

1) System Desrumeaux: osadzanie zapomocą siarczanu glinu i szybka filtracja.

2) System Duyk, zwany także «ferrochlore», zaproponowany przez Akcyjne Towarzystwo Assanizacji: osadzanie zapomocą siarczanu glinu i żelaza [sulfate d'alumine ferrugineux] oraz wapna chlorowego.

3) System Siemens de Frise, przedstawiony przez pp. Carrière i Forestier: ozonowanie po filtracji.

4) System Otto, Marmier i Abraham, przedstawiony przez Compagnie Générale de l'Ozone: filtracja i ozonowanie.

5) Filtracja przez filtry piaskowe zalewane (zwyczajne).

6) Filtracja przez filtry piaskowe zraszane.

7) Sterylizacja zapomocą promieni pozafiołkowych.

Ostatnie trzy sposoby zostały zaproponowane przez pp. Puech i Chabal.

Doświadczenia miały trwać trzy miesiące i zakończyć się w lipcu, ale spowodu nieukończenia przez firmy instalacyj, termin trzechmiesięczny nie mógł być dotrzymany i komisja zażądała powtórzenia doświadczeń w październiku, kiedy woda rzeki Durance wskutek jesiennych opadów jest w gorszym stanie.

W tym drugim terminie udało mi się, w przeciągu kilku dni, być w Marsylji i naocznie przekonać się o wartości porównawczej rozmaitych badanych instalacyj.

Dla analizy chemicznej i bakterjologicznej próbki były pobierane jednocześnie z wody oczyszczonej i surowej, co nie zupełnie dokładnie odzwierciedlało osiągane wyniki, ponieważ woda potrzebowała kilku godzin, żeby przejść przez instalację, ale trudno było ustalić terminy tego przejścia, różne dla rozmaitych systemów.

Bakterjologiczne analizy obejmowały głównie ilość bakteryj w cm³ i ilość organizmów grupy b. coli. Co do innych bakteryj, to notowano często w surowej wodzie obecność bakteryj gnilnych i rozpuszczających żelatynę. Analizy bakterjologiczne były wykonywane według instrukcji Państwowego Instytutu Higjeny w Paryżu, a hodowla coli według metody Miquela w buljonie fenolowym przy temperaturze 41,5°; próbki zmętniałe po 24-ch godzinach przechodziły jeszcze raz przez tę samą pożywkę, a potem były badane na specyficzne reakcje: koagulacja mleka, produkcja indolu, zmiana czerwieni obojętnej i t. p. Chemiczne analizy były wykonywane także według metod, wskazanych przez laboratorjum Wyższej Rady Higjeny Publicznej we Francji.

W czasach powojennych nie spotykaliśmy już tak obszernych i tak różnostronnie prowadzonych doświadczeń oczyszczania i dezynfekcji wody, wobec czego podajemy streszczenie sprawozdania Komisji.

1) System Desrumeaux był zwykłym sposobem koagulacji i następnie szybkiej filtracji przez filtry wstępne i filtry piaskowe. Jako koagulant używany był wodny siarczan glinu [$Al_2(SO_4)_3 . 18H_2O$], w ilości 30 — 75 mg na litr. Woda z aparatu wychodziła zupełnie przezroczysta (8 m próba), nie zawierała rozpuszczonego glinu i wykazywała tylko nieznaczne powiększenie twardości stałej, tak, że z punktu widzenia chemicznego

mogła być uznana za dobrze oczyszczoną. Co się zaś tyczy wyników bakterjologicznych, były one niezadawalniające. Z przeciętnej ilości 8 084 bakt. w cm^3 wody pozostawało jeszcze 557 kolonij, a ilość b. coli w 100 cm^3 spadała z 334 w surowej wodzie na przeciętnie 19, podczas gdy wymogi higjeny żądają od wody podejrzanej, oczyszczonej i odkażonej, zawartości najwyżej kilku kolonij zwykłych bakteryj oraz nieobecności coli w 100 cm^3. Z punktu widzenia bakterjologicznego system Desrumeaux nie odpowiada więc wymaganiom.

2) System Duyk, t. zw. «ferrochlore», może być zaliczony do sposobów chemicznych, połączonych z chlorowaniem. Na m^3 wody dodaje się 20 g siarczanu glinu i trochę siarczanu żelaza. Sole te rozpuszcza się w 30 częściach wody i dodaje 2 — 3,5 g wapna chlorowego, rozpuszczonego w 50 częściach wody. Według opinji p. Duyka obecność soli żelaza i glinu działa katalitycznie na wapno chlorowe i potęguje jego działalność odkażającą. Te roztwory wlewały się automatycznie zapomocą aparatów regulujących do pionowego osadnika z centralnie umieszczoną rurą, nie dochodzącą do lejkowatego dna osadnika, do której dopływała od góry woda surowa i roztwór koagulantów. Rura ta miała specjalne urządzenie dla należytego wymieszania wody z chemikaljami. Po dojściu do końca rury, woda zmieniała kierunek, podnosiła się do wierzchniej części osadnika, a po przejściu przez warstwę tłuczonego kwarcu, wylewała się na jeden z dwóch szybkobieżnych filtrów, napełnionych także drobno tłuczonym kwarcem, potem zaś przez kaskadę, służącą do wydalania resztek chloru, dochodziła do zbiornika oczyszczonej wody. Woda przebywała w osadniku 1 — 2 godziny. Powierzchnia osadnika miała 3,5 m^2, a każdego z dwóch pracujących kolejno filtrów 1,5 m^2. Przemywanie filtrów zapomocą filtrowanej wody i grabi mechanicznych odbywało się 2 — 3 razy dziennie. Woda wychodziła z aparatów bardzo przezroczysta, z małemi zmianami składu chemicznego (zwiększenie twardości stałej), ale prawie zawsze z zapachem chloru, a w lipcu nawet ze śladami nierozłożonego wapna chlorowego, które zanikały bardzo powoli.

Bakterjologiczne wyniki były zupełnie zadawalające, ale tylko pod względem b. coli. Mianowicie w lipcu przy 122 b. coli przeciętnie w 100 cm^3 wody surowej, po filtracji znajdowano 0 — 1 coli, a w listopadzie przy 666 b. coli w wodzie surowej, nie było wcale b. coli w wodzie filtrowanej. Co się zaś tyczy bakteryj zwykłych, to przy przeciętnej ich ilości 5 719 w cm^3 surowej wody, pozostawało jednak w filtracie ok. 227, co nie mogło być uznane za dobry wynik, a łącznie z zapachem chloru dyskwalifikowało ten system.

3) System Siemens de Frise'a był oparty na działaniu ozonu, czyli alotropowej odmiany tlenu o wzorze O_3, którą otrzymuje się przez przepuszczanie prądu osuszonego powietrza między dwiema elektrodami wysokiego napięcia (8 000 — 15 000 V). Dla wypróbowania systemu Siemensa urządzono dwie instalacje oczyszczające wodę przed ozonowaniem: filtr szybkobieżny z koagulantem $Al_2(SO_4)_3$ i filtr piaskowy przyśpieszony (szybkość filtracji ok. 80 cm na godz.). W pierwszym wypadku używano 10 g koagulanta na 1 m^3 wody. Woda w cylindrycznym pionowym osadniku spływa w dół, a potem podnosi się do wierzchu i przelewa na filtr piaskowy, posiadający filtrującą warstwę wysokości 60 cm z piasku o ziarnie 1 — 3 mm. W drugim wypadku, filtra bez koagulanta, woda dostaje się do osadnika w kształcie głowy cukru, postawionej na ostrym końcu, do którego woda dopływa przez centralną rurę i potem powoli się podnosi do szerszej części, tak, że opadające zawiesiny pomagają do zatrzymania podnoszących się ze słupem wody cząstek osadu. Filtry piaskowe po zamuleniu przemywa się zapomocą mechanicznych urządzeń i wody pod ciśnieniem. Woda po przefiltrowaniu dostaje się do wysokiej wieży (9 m), w której znajdują się poziome przegródki z małemi dziureczkami. Woda podnosi się powoli w tej wieży, u dołu zaś wieży wpompowuje się zapomocą sprężarki ozonowane powietrze. Przechodząc przez przegródki z dziureczkami, woda doskonale się miesza z ozonowanem powietrzem i nasyca się ozonem. Wysokie ciśnienie w wieży powiększa ilość rozpuszczonego w wodzie ozonu, co dopomaga jego działaniu. Woda po wyjściu z aparatu jest nasycona ozonem i daje reakcję z jodkiem potasu i skrobią. Część nieużytego przez wodę ozonu (prawie połowa) powraca z powietrzem do aparatu z CaCl, który osusza powietrze i pozwala na jego powtórne użycie po przejściu przez ozonatory.

Ozonatory typu Siemensa są to szklane rurki długości 28 cm i średnicy 4,6 cm, zanurzone w wodzie, która stanowi zewnętrzną elektrodę i równocześnie służy do chłodzenia rurek przy przepływie prądu. Wewnętrzną elektrodę stanowi aluminjowy cylinder, wstawiony do rurki koncentrycznie, przy-

czem między elektrodą a rurką pozostaje dla przepływu powietrza przestrzeń 0,7 mm, w której podczas działania wyładowuje się prąd, powodujący świecenie rurki fioletowem światłem. Wszystkie aluminjowe cylindry w baterji ozonatorów są połączone ze sobą i izolowane od wody. Do aparatu używa się prądu zmiennego o 150 okresach, który zapomocą transformatora doprowadza się do napięcia 7 000 — 10 000 V. Urządzenie było wyposażone w odpowiednie urządzenia do pomiaru ilości prądu elektrycznego i powietrza. Woda po wyjściu z aparatu dawała zawsze reakcję na obecność ozonu przy próbie z KJ i skrobią. Jednak po kilku minutach ślady ozonu w wodzie znikały.

W przeciągu trzech miesięcy doświadczeń ilość wody wynosiła 8 980 litrów na godzinę, a ilość ozonowanego powietrza 3 480 litrów. Koncentracja ozonu wynosiła 2,08 g na m³ powietrza, a ilość ozonu pochłoniętego przez wodę przeciętnie 0,79 g na m³ wody. Rozchód elektryczności był bardzo stały i równał się 150 Wh. Ponieważ stacja odkażała dziennie ok. 210 m³ wody, zatem instalacja elektryczna, potrzebna dla całego miasta Marsylji przy dziennym rozchodzie wody 140 000 m³, musiałaby posiadać moc 100 kW. Ilość ozonu produkowanego przez stację wynosiła 7,24 g na godzinę, tak, że kosztem 1 kWh otrzymywano 48 g ozonu, a produkcja jednego grama ozonu wymagała 0,0208 kWh.

Chemiczne analizy wody przed ozonowaniem wykazywały zmiany nieznaczne, ponieważ ilość koagulanta była bardzo mała (10 g na m³ wody). W każdym razie notowano zmniejszenie ilości materji organicznej. Fizyczne badania wody na przezroczystość dawały wyniki niejednolite. Z filtru piaskowego woda wychodziła przezroczysta na 3 do 8 metrów, przy przezroczystości surowej wody do 0,5 metra. Z koagulantem woda była trochę lepsza, ale także niezawsze przezroczysta na 8 metrów. Wyniki bakterjologiczne były bardzo dobre: przeciętnie za trzy miesiące surowa woda wykazywała 7 665 bakteryj w cm³, ozonowana 8,4, b. coli w 100 cm³ wody surowej 282, ozonowanej — 0 (podczas prób, do których wzięto ogółem 10 litrów wody, nie znaleziono zupełnie coli).

4) S y s t e m O t t o to ozonowanie po szybkiej filtracji. Wstępne oczyszczanie wody odbywało się na czterech wstępnych filtrach (dégrossisseurs), składających się z tłuczonego kwarcu o ziarnie 3 — 4 mm, przez które woda przechodziła kolejno z dołu ku górze. Warstwa kwarcu, umieszczona na dziurkowanych płytach, wynosiła w każdym filtrze wstępnym 0,5 m. Potem woda wylewała się na dwa filtry, napełnione drobnym piaskiem w warstwie również 50 cm. Przefiltrowana woda gromadziła się w zbiorniku, skąd przepompowywano ją do wieży sterylizacyjnej. Oczyszczanie filtrów wstępnych odbywało się zapomocą odwrócenia kierunku wody, filtry zaś właściwe oczyszczano przez zdjęcie wierzchniej warstwy piasku łopatą i grabiami oraz przepłókanie powierzchni wodą. Powierzchnia filtrów wstępnych wynosiła 9 m², filtra zaś właściwego 15 m².

Przefiltrowana woda dostawała się do aparatu zwanego «émulseur'em». Jest to rodzaj inżektora, wciągającego ozonowane powietrze zapomocą strumienia wody do pionowej rury wysokości 5 m, w której ozonowane powietrze miesza się ściśle z wodą. Część ozonu, niepochłonięta przez wodę, uchodzi w powietrze i zostaje stracona.

Ozonator Abraham — Marmier składa się z dwóch prostokątnych szklanych płyt, o wymiarach 70 × 63 cm i grubości 4 mm. Między niemi pozostawiona jest przestrzeń 3 mm, przez którą krąży osuszone powietrze, nasycając się ozonem. Elektrody w postaci dwóch płaskich metalowych naczyń przylegają nazewnątrz do szklanych płyt i ochładzają się zapomocą wody, przepływającej podczas pracy ozonatorów. Prądnica na prąd zmienny o wielkiej częstotliwości (500) dostarcza prądu, który przetwarza się zapomocą transformatora na prąd o potrzebnem napięciu. Ponieważ strumień wody chłodzącej elektrody mógłby spowodować krótkie zwarcie, jest on w dwóch miejscach przerwany zapomocą lejów z dziureczkami, rozbijającemi go na kropelki. Prócz tego instalacja posiada wszystkie potrzebne przyrządy dla pomiaru wody, powietrza i prądu. Podczas doświadczeń był jeszcze ustawiony aparat automatycznie zatrzymujący przepływ wody w razie przerwy w dopływie prądu.

W przeciągu trzech miesięcy doświadczeń ilość wody wynosiła ok. 11 000 l/godz, a ilość ozonowanego powietrza ok. 3 500 l/godz. Koncentracja ozonu wynosiła 2,38 g na m³ powietrza, a ilość ozonu pochłoniętego przez wodę 0,746 g na m³ wody. Rozchód prądu wahał się w granicach od 300 — 400 Wh, co oznaczało produkcję tylko 20 — 25 g ozonu na 1 kWh. Konstruktor tłumaczył to niepełnem wyzyskaniem instalacji, twierdząc, że w przemysłowych wymiarach 1 kWh daje 40 g ozonu. Jeżeli przyjąć rozchód ozonu 0,746 g na 1 m³

wody i produkcję ozonu na 40 g na 1 kWh, to dla 140 000 m³ wody potrzebna byłaby instalacja o mocy 109 kW.

Analiza chemiczna wody ozonowanej według systemu Otto, podobnie jak i według systemu Siemensa, wykazała, że ozonowanie nie powiększyło zawartości azotanów i nie wprowadziło do wody azotynów, nie zmieniło twardości wody i tylko w nieznacznym stopniu zmniejszyło rozchód tlenu na utlenienie materji organicznej (utlenialność). Woda po filtracji była przezroczysta na 8 m.

Przeciętne wyniki analizy bakterjologicznej wykazują, że z ilości 7 206 bakt. w 1 cm³ surowej wody po ozonowaniu pozostaje tylko 8, a z 271 b. coli w 100 cm³ nie znajduje się żadnej, chociaż ogół próbek na analizę bakterjologiczną wynosił 10 litrów.

Wniosek komisji przyznaje, że system ozonowania Otto daje wyniki zupełnie dobre zarówno pod względem fizycznym, jak i bakterjologicznym.

5, 6, 7) Instalacje Puech-Chabal reprezentowały trzy różne systemy:

1) filtry piaskowe zwyczajne,

2) filtry piaskowe zraszane,

3) odkażanie zapomocą lampy Westinghouse-Reklinghausen o promieniach pozafiołkowych.

We wszystkich tych instalacjach proces zaczyna się na filtrach i «dégrossisseur'ach» systemu własnego. Degrossisseury są to również filtry wstępne swego rodzaju, w trzech stopniach, do których woda wchodzi pokolei od góry i wypływa z dołu. Różnią się one od innych znanych systemów tem, że żwir i kamyki ułożone są odwrotnie niż w zwykłych filtrach, t. j. górna warstwa składa się z bardzo grubego żwiru, druga z drobniejszego, a trzecia — najniższa — z żwiru wielkości ziarna ryżu. W każdym stopniu wysokość warstwy wynosi 30 cm. Przemywanie odbywa się zapomocą przedmuchiwania. Po wyjściu z degrossisseurów woda jeszcze jest mętna i przechodzi przez filtry wstępne. Filtry wstępne mają warstwę piasku 50 cm, leżącą na warstwie żwiru 10 cm, na podkładzie z cegieł. Po zamuleniu piasku zdejmuje się łopatą wierzchnią warstwę na 2 — 3 cm. Ogólna powierzchnia degrossisseurów i filtra wstępnego, obliczona na 600 m³ wody na dobę, wynosi 60 m². Z tej instalacji woda wychodzi zupełnie przezroczysta, tak, że na 8 metrów można czytać druki. Tak przygotowaną wodę posyła się na filtry, lub do lampy kwarcowej.

Filtr zwyczajny był, jak zwykle, zrobiony z warstwy piasku rzecznego 1 m, na podłożu z żwiru 15 cm. Pracował pod ciśnieniem 60 — 80 cm wody. Filtr zraszany miał także warstwę piasku 1 m, woda zaś wylewała się na powierzchnię perjodycznie, podobnie jak się to praktykuje w oczyszczalniach wód ściekowych. Filtry te jednak nie mogły pracować do końca, bo się zupełnie zamuliły.

Promienie pozafiołkowe. Działanie krótkich, pozafiołkowych fal na żywe organizmy było już oddawna znane. Trudność praktycznego zastosowania tych promieni do instalacyj wodociągowych spowodowana była zatrzymywaniem ich przez zwyczajne szkło. Dopiero po wynalezieniu sposobu przetapiania kwarcu, można było pomyśleć o praktycznem zużytkowaniu tych promieni do celów odkażania. Lampa Westinghouse, użyta przez Puech-Chabala w Marsylji, jest to rurka kwarcowa o długości 10 cm i prześwicie 15 mm, z której usunięto powietrze. Na końcach rurka posiada rozszerzenia, wypełnione rtęcią. Prąd elektryczny napełnia rurkę parami rtęci, wskutek czego świeci ona jaskrawem zielonawem światłem, z wielką ilością niewidzialnych pozafiołkowych promieni. Lampa nagrzewa się silnie przy pracy, ale nie może być bezpośrednio wstawiona do wody. Z początku doświadczeń lampa była zawieszona nad korytem, przez które przepływał strumień wody głębokości 30 cm. W dalszym ciągu doświadczeń użyto specjalnego urządzenia syst. Cooper, Hewitte, Henri i inn., które umożliwiało kilkakrotny przepływ wody naokoło latarki z kwarcowemi ścianami. Lampa wymagała prądu o natężeniu 3,5 A oraz napięciu 220 V, t. zn. 770 W. Dla efektywnego działania promieni pozafiołkowych, woda musi być zupełnie przezroczysta, co rzeczywiście osiągano przy filtracji wstępnej Puecha. Ilość wody wynosiła przeciętnie 8,3 m³ na godzinę czyli ok. 200 m³ na dobę. Szybkość przepływu wody przez aparat wynosiła ok. 3 mm/sec. W razie zgaśnięcia lampy wstrzymywał się automatycznie przepływ wody.

Analizy chemiczne wykazały, że woda poddana filtracji powolnej (3,3 m³ na m²) nie różni się prawie od wody, która przeszła przez filtry wstępne. Filtr zraszany prędko się zamulił i musiano skrócić doświadczenia z nim. Komisja przypuszczała, że piasek był za drobny, jest jednak rzeczą bardzo prawdopodobną, że rozwinęła się w nim mikroskopowa flora i fauna, która zatrzymywała wodę i hamowała dostęp powietrza, potrzebnego do biologicznych procesów. Promienie pozafiołkowe zmniejszały nie-

co ilość materji organicznej, ale nie znaleziono nawet śladów H_2O_2, którego się obawiano. Wyniki badań bakterjologicznych w czerwcu wykazały, że z 8 917 kolonij w surowej wodzie pozostawało: w filtrze zalewanym 405, w filtrze zraszanym 1 763. Bact. coli było w surowej wodzie 110 w 100 cm³, w filtrze zalewanym 1,5, a w filtrze zraszanym 13,6, co nie odpowiada ogólnie przyjętym wymaganiom dla wody do picia.

Doświadczenia z lampą kwarcową można podzielić na dwa okresy: pierwszy w czerwcu i lipcu, kiedy naświetlana woda przepływała przez zwyczajne koryto, i drugi w listopadzie, kiedy działało specjalne urządzenie. W pierwszym okresie, przy 200 m³ na dobę, przeciętna ilość bakt. w surowej wodzie wynosiła 6 940 w cm³, a b. coli 121 w 100 cm³; w wodzie naświetlanej: 8 zwykłych i 0,017 coli w 100 cm³. Przy tych warunkach dla 140 000 m³ wody, potrzebnej dla miasta Marsylji, należałoby mieć stację na 700 lamp, łącznej mocy 540 kW. W październiku i listopadzie przeprowadzono doświadczenia z nowym aparatem, przy powiększeniu ilości wody. W październiku używano wody przefiltrowanej przez powolny filtr piaskowy, który sam dawał dobre wyniki, tak, że na 10 000 bakt. w surowej wodzie pozostawało tylko 47 w filtrowanej, a po naświetleniu pozostawały tylko 3. Na 1 000 coli filtry pozostawiały tylko 8, które znikały po naświetleniu. Wnioski Komisji, co do systemu Puecha, były następujące:

Urządzenie filtrów powolnych w zupełności zadawala wymagania co do przezroczystości wody. Ilość bakteryj zmniejsza się bardzo znacznie, jeżeli zaś chodzi o coli to czasami znajdują się one w wodzie filtrowanej, ale tylko jednostki w 100 cm³. Filtry zraszane stały niżej od zanurzanych, nawet podczas swego działania.

Dezynfekcja wody zapomocą promieni pozafiołkowych daje dobre wyniki, po wstępnej filtracji wody według systemu Puecha, przy użyciu zwyczajnego koryta przy 200 m³, a przy użyciu lampy udoskonalonej nawet przy 400 m³ na dobę. Przy tym ostatnim aparacie i wodzie filtrowanej z szybkością 10 m na dobę, sterylizacja może być osiągnięta przy ilości do 500 m³ na dobę.

Wnioski Komisji:

1) Dla oczyszczenia wód kanału, dostarczającego wodę dla Marsylji, sposób Desrumeaux dał wyniki niezadawalniające. Sposób Duyk, chociaż dawał lepsze wyniki bakterjologiczne, nie może być polecany dla miejskiego wodociągu spowodu obecności chloru w oczyszczonej wodzie.

2) Filtr piaskowy powolny, urządzony przez p. Chabal, sam jeden bez dodatkowej sterylizacji nie jest w stanie zapewnić regularne i pewne oczyszczanie wody dla wodociągu Marsylji.

3) Instalacje oparte na ozonowaniu mogą zabezpieczyć ludności otrzymywanie zdrowej wody. Komisja nie może wypowiedzieć się zdecydowanie, któremu systemowi należy przyznać pierwszeństwo.

4) Co się tyczy promieni pozafiołkowych, to komisja przyszła do wniosku, że przy zachowaniu należytych warunków dają one wyniki podobne do ozonowania.

5) Każdy ze sposobów sterylizacji wymaga uprzedniego przefiltrowania wody. Z przedstawionych komisji systemów najlepsze wyniki dały filtry wstępne Puech-Chabala.

Budowa stacji przy ul. Penkowej w Petersburgu i dalsze doświadczenia z ozonowaniem wody z Newy.

W r. 1910, pdczas doświadczeń w Marsylji, była już zaczęta budowa t zw. filtro-ozonowej stacji w Petersburgu dla części miasta, leżącej z prawej strony rz. Newy. Stacja była obliczona na początkowe oddanie 45 000 m³ na dobę i następne rozszerzenie do 52 000 m³. Woda Newy, pochodząca z miejscowości błotnistej i otoczonej torfowiskami, zawierała mało części mineralnych, ale zato dużo kwasów humusowych, nadających jej żółtawy kolor i wysoką utlenialność [23 ÷ 32 mg O_2 z $KMnO_4$ na litr, po wstępnej filtracji]. Z tego powodu zdecydowano zastosować do wody newskiej koagulację zapomocą siarczanu glinu i szybkobieżne piaskowe filtry. Surowa woda Newy zawierała przeciętnie 400 ÷ 800 bakt. w cm³, b. coli znajdowano w 0,5, a czasem w 0,1 cm³, czyli 200 do 1 000 w 100 cm³. Po koagulacji i filtracji stwierdzono w wodzie 20 ÷ 55 zwykłych bakteryj, po ozonowaniu średnio 1,55 zwykłych i nieobecność coli w 100 ÷ 300 cm³, co należało uznać za bardzo dobry wynik.

Po zbudowaniu tej stacji zostały opracowane i przyjęte przez zarząd miejski projekty urządzenia identycznej stacji dla całego miasta, ale władze państwowe wstrzymały wykonanie projektu, proponując miastu urządzenie stałego wodociągu z jeziora Ładogi, a tymczasowo chlorowanie wody na głównej stacji. Chlorowanie istotnie zaprowadzono. Projekty ujęcia wody z Ładogi opracowano, ale spo-

wodu wybuchu wojny, a potem rewolucji realizacja ich nie doszła do skutku.

Ze wszystkich opisanych wyżej sposobów odkażania wody dla wodociągów miejskich stosowane są obecnie tylko dwa: chlor w rozmaitych postaciach i ozon. Lampa kwarcowa prędko traci znaczną część promieni pozafiołkowych wskutek osiadania na jej ścianach pary rtęci; inne sposoby nie dają pewnych wyników, albo nie nadają się do większych instalacyj.

Kierując się praktyką wodociągów amerykańskich, a także taniością chlorowania wody, większość miast stosuje obecnie chlorowanie w rozmaitych postaciach, a przeciw ozonowaniu wysuwa się argument drożyzny i skomplikowanej aparatury. Mając dużą osobistą praktykę w urządzaniu i eksploatacji zarówno jednych, jak i drugich instalacyj, chciałbym bezstronnie zanalizować zalety i wady obu sposobów, celem wydania o nich bezstronnej opinji.

Inż. Szniolis w pracy swojej o dezynfekcji wody, wydrukowanej w 1927 r. w «*Przeglądzie Technicznym*» bardzo dokładnie i bezstronnie opracował kwestję chlorowania wody. Nie będę więc szeroko rozwodził się nad nią. Zwrócę tylko uwagę na niektóre szczegóły tego procederu, które w znacznym stopniu komplikują ten «najprostszy i najtańszy» sposób.

Zasadniczo mamy trzy sposoby użycia chloru dla odkażania: podchloryny wapnia i sodu, chlor gazowy i chloraminy.

Handlowy podchloryn wapnia $Ca(ClO)_2$ zawiera zasadniczo $35 \div 37\%$ Cl, rozkłada się jednak łatwo, tak, że trudno wiedzieć w każdym wypadku, jaki % czynnego chloru w nim pozostaje. To też ś. p. prof. Dzierzgowski, wybitny chemik i higjenista, zalecał dla pewności dodawać zawsze większą ilość podchlorynu, a potem usuwać nadmiar chloru przez dodanie roztworu $NaHSO_3$ lub $Na_2S_2O_3$. Wyższa Rada Higjeny Publicznej we Francji zaleca przy używaniu podchlorynów (we Francji głównie podchlorynu sodu) przestrzegać, aby woda była zupełnie przezroczysta, a utlenialność jej nie przekraczała 3 mg O_2 z $KMnO_4$ na 1 wody. Rada zwraca przytem uwagę, że chlor potrzebuje pół godziny do godziny czasu dla wykazania należytej reakcji, a także, że woda chlorowana nie powinna stać dłużej niż 12 godzin przed użytkiem, ponieważ po tym czasie część bakteryj, między niemi i chorobotwórcze, może pojawić się znowu w wodzie odkażonej. To ostatnie zjawisko notowano często, zwłaszcza przy wyższych temperaturach. Ilość Cl musi być dokładnie dostosowana do ilości substancji organicznej. W tym celu należy jak najczęściej badać zawartość substancji organicznej w wodzie i ilość aktywnego Cl w podchlorynie. Jeżeli chodzi o dawkę czynnego chloru, to doświadczenia podczas wojny i po niej wykazały, że dla wody przezroczystej i niezawierającej więcej niż 3 mg substancji organicznej, dawka chloru czynnego może być określona na 0,1 do 0,5 mg/1. Efekt będzie tem pewniejszy, im mniejsza była ilość bakteryj, im dłuższy będzie czas kontaktu wody z chlorem i im doskonalej woda zostanie rozmieszana z rozczynem chloru. Częste próby bakterjoskopiczne i «test» chloru są konieczne dla zabezpieczenia ludności przed możliwą zarazą. W wypadkach, kiedy niema możliwości częstej i ścisłej kontroli, bezpieczniej jest używać większych dawek chloru i usuwać jego nadmiar zapomocą dechloratu albo filtra węglowego.

Zupełnie słusznie p. Szniolis zwraca w swym artykule uwagę na stopniowość działania chloru na rozmaite substancje, zawarte w wodzie. Przy dodawaniu chloru do surowej wody powstaje szereg procesów: utlenianie ciał organicznych i mineralnych w wodzie, bezpośrednie łączenie się chloru z ciałami organicznemi i amonjakiem, wreszcie działanie bakterjobójcze. W wodach, zawierających dużo ciał organicznych lub związków specyficznych, jak olejki wydzielane przez plankton, kreozot, związki fenolowe i inne, reakcja druga jest czasem powodem wielu niedogodności, ze względu na powstawanie substancyj o przykrej i specyficznej woni. Prawdopodobnie tworzą się wyższe chloraminy organiczne, które nadają również wodzie przykry smak. Przy kreozocie i związkach fenolowych, które dostają się do wody ze smoły rur lub ze ścieków przemysłowych, woda po chlorowaniu nabiera woni jodoformu.

Z tych przesłanek nietrudno jest wyciągnąć wniosek, że należyte chlorowanie wcale nie jest tak prostym i pewnym procesem, jak to się ogólnie mówi. Celem zapewnienia należytego działania, koniecznego dla osiągnięcia pewności odkażenia wody, należy codziennie najstaranniej analizować wodę i przeprowadzać test chloru, mając na względzie, że badania bakterjologiczne dają wynik dopiero po 48 godzinach, a tymczasem ludność może otrzymać wodę nietylko niesmaczną, ale nawet niebezpieczną dla zdrowia.

Co się tyczy chloru gazowego, to użycie jego jest pewniejsze i nie wymaga testów. Ale aparaty

dla dozowania tego gazu, dostarczanego w stanie skroplonym przy ciśnieniu 7 ÷ 8 at, są skomplikowane. Aparaty te, np. znany aparat Wallace i Thiernan, kosztują drogo, 400 do 1 000 dolarów, co jest wydatkiem niedostępnym dla mniejszych instalacyj, a przytem potrzebują stałego dozoru. Trzeba jeszcze uwzględnić, że chlor wolny w sieci wodociągowej działa szkodliwie na materjał rur, a głównie na domowe przewody z rur ołowianych. Co się tyczy woni i posmaku wody, chlor gazowy nie różni się wcale od chloru z podchlorynów, wywołuje jedynie mniejsze zmiany w chemicznym składzie wody.

Trzecim sposobem zastosowania chloru dla odkażania wody jest użycie go w postaci chloramin. Najprostsza chloramina NH_2Cl wytwarza się przy dodaniu roztworu amonjaku do podchlorynu wapnia lub sodu, w stosunku NH_3 : Cl jak 1 : 2,1 : 4. Zdaniem p. Szniolisa, «chloramina nie działa jako utleniacz, lecz jako specyficzny środek bakterjobójczy. Jedną z największych zalet jej jest to, że nie wchodzi w żadne połączenie z ciałami organicznemi, nie ulega adsorbcji i z tej racji dozowanie nie jest zależne i jest wobec tego stałe». Drugą zaletę chloraminy widzi p. Szniolis w możliwości użycia jej w mniejszej ilości, spowodu silniejszego działania, co zmniejsza koszty eksploatacji. Trzecią wreszcie zaletą jest — według p. Szniolisa — własność «zupełnego usuwania wzrostu bakteryj, ponieważ czynnik ten stale pozostaje w wodzie». Wkońcu cytowany autor zaznacza, że «smak i zapach chloraminy jest ostrzejszy aniżeli chloru, ale przy odpowiedniem dozowaniu i długim kontakcie można go uniknąć».

Trzeba jeszcze wziąć pod uwagę, że w instalacjach, używających związków chloru, zawsze wydziela się pewna ilość tego gazu, a działanie jego, jak wiadomo, jest bardzo szkodliwe dla zdrowia. Co się zaś tyczy chloraminy, to nie mogę zgodzić się z poglądem p .Szniolisa o nieszkodliwości stałego spożywania nawet minimalnych ilości składnika «bakterjobójczego, stale pozostającego w wodzie», mogącego zupełnie zmienić warunki bytowania bogatej mikroflory przewodu pokarmowego. O ile mi wiadomo, Paryż już nie używa chloraminy, spowodu wielu skarg na chlorowaną wodę, ale o tem będzie mowa później. Natomiast zupełnie zgadzam się z p. Szniolisem, co do użycia chloraminy dla dezynfekcji wód ściekowych.

Drugi sposób odkażania wody, praktykowany w wielu miastach, polega na d e z y n f e k c j i z a p o m o c ą o z o n o w a n e g o p o w i e t r z a. Powietrze, jak wiadomo, ozonuje się przez przejście w cienkiej warstwie (0,7 do 3 mm) między elektrodami, dającemi ciche wyładowania prądu o wysokiem napięciu (8 000 do 20 000 V). Powietrze musi być osuszone, ponieważ obecność pary wodnej rozkłada ozon. O stosowanych systemach ozonatorów wspomniano poprzednio, a także o produkcji ozonu, która w praktyce wynosi ok. 40 g na 1 kWh. Woda przed ozonowaniem powinna być oczyszczona, tak, aby była przezroczysta i nie zawierała zawiesin. Jak wykazała praktyka, dostateczne jest użycie w tym celu filtrów piaskowych szybkobieżnych, ale w celu zmniejszenia zużycia ozonu lepiej jest stosować filtry piaskowe powolne, lub koagulację. Koncentracja ozonu nie powinna być bardzo wielka, wystarczy 2 ÷ 3 mg/l, ponieważ produkcja ozonu na kWh zmniejsza się znacznie przy wysokiej koncentracji. Najważniejszym warunkiem dobrej sterylizacji jest dokładne rozmieszanie wody z ozonem, a także pewien czas działania, ok. 5 ÷ 10 minut, żeby ozon miał czas podziałać na bakterje. Po wyjściu z aparatu woda powinna jeszcze zawierać ślady ozonu, które łatwo dają się stwierdzić zapomocą roztworu jodku potasu i skrobi, barwiącego się w obecności ozonu na niebiesko. Prócz tego woda ozonowana, zaraz po przejściu tego procesu, nabywa własności fosforescencji, widzialnej gołem okiem, która charakteryzuje energję, użytą na zniszczenie organicznych substancyj i bakteryj w wodzie.

Po ostatniej wojnie cały świat był zajęty leczeniem ran, zadanych tym okropnym kataklizmem, i nie myślano wcale o stosowaniu najlepszych metod sanitarnych dla ulepszenia higjenicznych warunków życia. Trzeba było przedewszystkiem walczyć z epidemjami i odbudowywać zniszczone połacie kraju. W tych warunkach wybierano oczywiście najtańsze i najprędzej dające się wykonać sposoby unieszkodliwiania wody. To też większość miast zaczęła stosować chlorowanie, do którego przyzwyczajono się podczas wojny. Spośród kilkudziesięciu miast, które już stosowały ozon, część przeszła również na chlor. Ale w ostatnich kilku latach, spowodu skarg ludności na przykry smak i zapach chlorowanej wody, rozpoczęto — zwłaszcza we Francji — nowe prace nad ulepszeniem wodociągów. Obecnie cała Riwjera Francuska korzysta już z ozonowanej wody. Takie miasta, jak Toulon (76 000 m³), Nancy (80 000 m³), Brest (10 000 m³) i kilka mniejszych

we Francji, San Giovanni di Pinguente we Włoszech, zbudowały stacje ozonowania, a Paryż nietylko rozszerza swoją stację ozonowania w St. Maur z 90 000 m³ do 150 000 m³, ale instaluje nową stację, także na 150 000 m³, dla ozonowania wody z ujęcia źródła la Dhuis, która dotychczas była chlorowana.

Początkowo Rada miejska m. Paryża postanowiła rozszerzyć stację ozonowania w St. Maur z 90 000 m³ do 300 000 m³ na dobę, potem uchwałę tę zmieniono i zdecydowano rozszerzyć instalację w St. Maur do 150 000 m³, oraz poddać ozonowaniu całą wodę z wodociągu la Dhuis. Postanowienie to zostało powzięte na podstawie następującej uchwały Naukowej Komisji Studjów i Kontroli wód użytkowych i asenizacji m. Paryża (Commission Scientifique d'Etudes et de Surveillance des Eaux d'Alimentation et de l'Assainissement de la Ville de Paris), której prezesem w tym czasie był dr Roux: «Wymieniona Komisja, zebrana na posiedzeniu 25 maja 1932 r., wyraża zgodę na uruchomienie i rozszerzenie stacyj, dostarczających miastu Paryż rzecznych wód dla wodociągu, opierając się na faktycznych, niżej podanych obserwacjach. Odkażanie wód wodociągowych zapomocą ozonu jest najlepszym ze znanych dotychczas sposobów sterylizacji wody. Twierdzenie to opiera się na właściwościach abiotycznych ozonu, formalnie i oddawna uznanych, oraz na fakcie, że ozon nie wnosi do wody żadnego obcego pierwiastka. Prócz tego ozon w żadnym wypadku nie powoduje złego smaku wody, co jest jego wybitną zaletą w porównaniu z wszystkiemi sposobami stosującemi chlor.»

Ciekawa jest także opinja, wypowiedziana w kwestji chlorowania wody przez nieżyjącego już dziś znakomitego chemika i biologa Sir Aleksandra Houstona, wieloletniego kierownika laboratorjów wodociągów londyńskich, w których były przeprowadzane wielokrotnie doświadczenia z wszelkiemi znanemi sposobami oczyszczania wód. W 36-em sprawozdaniu rocznem do Urzędu Wodnego (Metropolitan Waterboard) za rok 1931 pisze on: «Robiliśmy wielokrotne doświadczenia z ozonowaniem wody w specjalnej instalacji, urządzonej w tym celu na stacji Barn-Elms i mogącej odkażać 5 120 galonów na godzinę (1 gall. = 4,54 l). Opisywanie wszystkich tych doświadczeń wydaje się zbyteczne, ale serja wykonana w czasie od 20 — 29 października 1931 r. daje o nich dokładne pojęcie. Próby były bardzo trudne, używano bowiem do nich wody z Tamizy, przefiltrowanych na pośpiesznych filtrach bez koagulacji, z szybkością więcej niż 100 gallonów na stopę kw. i godzinę. Pod pewnym względem doświadczenia te nie były nawet poprawne, gdyż woda, chociaż filtrowana, zawierała jeszcze zawiesiny i naogół była nieczysta. Jeżeli więc w tych warunkach otrzymano dobre wyniki, to tem więcej można się ich spodziewać przy lepszych warunkach. Pod względem bakterjologicznym wyniki były doskonałe. Co się tyczy b. coli, to znajdywano je w wodzie w 71,8% próbek w 1 cm³. Po ozonowaniu nie było coli w 100 cm³. Pod względem chemicznym, zmniejszenie utlenialności, wyrażonej w O_2 pochłoniętym z $KMnO_4$, wynosiło ponad 28%, zabarwienie zmniejszyło się o 55%.»

Co do kosztów ozonowania wypowiada się A. Houston następująco: «Jest rzeczą ogólnie znaną, że ozonowanie wypada drożej niż chlorowanie, ale temu trzeba przeciwstawić niewątpliwe zalety tego sposobu. Ozon nietylko nie nadaje wodzie specjalnego smaku, ale nawet usuwa z wody inne posmaki i niewątpliwie polepsza wodę w znaczeniu chemicznem i fizycznem. Trzeba też uwzględnić, że koszt odkażania stanowi tylko nieznaczną część wydatków zakładów wodociągowych i że powiększenie tych wydatków o ok. 1% nie może wywrzeć znaczniejszego wpływu na ogólny stan eksploatacji.»

W sprawozdaniu Komisji Instytutu Pasteura [2]) czytamy:

«1) Wszystkie bakterje zarówno chorobotwórcze, jak i saprofity giną całkowicie od działania ozonu.

2) Ozonowanie nie wnosi do wody żadnego obcego pierwiastka, mogącego wpłynąć szkodliwie na zdrowie osób używających wody. Przeciwnie, wskutek niepowiększania ilości azotanów i znacznego zmniejszenia ilości substancji organicznej, woda ozonowana jest mniej wrażliwa na możliwe zanieczyszczenia i mniej się zmienia przy przechowywaniu.

3) Ponieważ ozon jest tylko specjalnym stanem molekularnym tlenu, stosowanie jego nasyca wodę tlenem, jest więc pożyteczne dla zdrowia i polepsza smak wody, nie odbierając jej żadnego z pożytecznych mineralnych składników.»

²) Dr. Roux, Dr. Calmette, Dr. Staes Brame, Bourriez et Buisine. Annales de l'Institut Pasteur, tome XIII, p. 355.

Wspomniany wyżej A. Houston przeprowadził między innemi następujące doświadczenie. Do wody filtrowanej, nie chlorowanej, dodano jedną stumiljonową część kwasu karbolowego. Woda ta nie miała żadnego smaku ani zapachu. Po dodaniu do tej wody jednej dwumiljonowej części chloru, nabrała ona przykrego smaku jodoformu, który znikł jednak zupełnie po ozonowaniu tej wody.

Według opinji znanego chemika p. Diénert, zdarza się często, że woda wychodząca ze stacji po chlorowaniu niema żadnego smaku ani zapachu, a nabiera ich dopiero po pewnym czasie, mianowicie w godzinach małego odbioru wody.

Obecnie przejdziemy do ostatniego punktu, do wyjaśnienia kwestji ceny ozonowania.

Liczne doświadczenia, przeprowadzone na stacjach ozonowania w Paryżu, Berlinie i Petersburgu, wykazały, że ilość i koncentracja ozonu dla należytej sterylizacji zależy od wielu warunków: od stopnia przygotowania wody do ozonowania, zawartości organicznych i łatwo utlenialnych nieorganicznych substancyj, koncentracji ozonu w powietrzu, ilości powietrza na 1 m^3 wody, dokładności zmieszania wody z powietrzem, czasu kontaktu wody z ozonem i i. Nie można więc podać ogólnych reguł dla wszystkich wypadków, ale trzeba kierować się, przy projektowaniu urządzeń i ocenie ekonomicznej ich eksploatacji, dokładną znajomością warunków miejscowych. Przy współczesnych urządzeniach elektrycznych można przyjąć, że kosztem 1 kWh uzyska się 40 g ozonu. Zapotrzebowanie ozonu na 1 m^3 wody wynosi przeciętnie jeden gram, tak, że kosztem 1 kWh można wysterylizować 40 m^3 wody. Licząc 1 kWh po 16 groszy, koszt prądu elektrycznego wyniesie 0,4 grosza na 1 m^3 wody. Przyjmując pozostałe koszty eksploatacji stacji ozonowej także na ok. 0,4 gr na 1 m^3, koszt ozonowania wody będzie się wahał w granicach 0,8 do 1,0 grosza, co mniej więcej odpowiada obliczeniom, wykonanym jeszcze przed wojną w Paryżu, gdzie koszty ozonowania ustalono na 0,72 do 0,96 centymów na 1 m^3. Dla instalacyj korzystających z siły wodnej, jak np. stacje na Riwjerze, koszt ten będzie znacznie mniejszy.

Nie można nie zgodzić się z opinją Sir A. Houstona, że takie podniesienie kosztów wody o 1 grosz na 1 m^3 zostanie z nawiązką wynagrodzone wyborną jakością wody przypominającej najczystszą źródlaną wodę z lodowców i nie mającej nigdy żadnych posmaków.

Należy także zwrócić uwagę na stwierdzony 30-letniem doświadczeniem fakt, że woda, posiadająca po wyjściu z aparatów wolny ozon, co zapomocą JK i skrobi może stwierdzić każdy dozorca, jest napewno należycie odkażona. To też Wyższa Rada Higjeny Publicznej we Francji nie wymaga przy instalacjach do ozonowania codziennej bakterjologicznej próby.

Instalacje do ozonowania nadają się szczególnie dla miast mniejszych, w których utrzymanie specjalnego chemika i bakterjologa jest zbyt wielkim ciężarem finansowym.

Inż. BOGDAN ŁAZORYK

Metody i wyniki oczyszczania wody w basenach kąpielowych.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Wiek XX wysunął na pierwszy plan troskę o stan zdrowotny mieszkańców miast. Względy higjeny są najważniejszą rzeczą tak przy projektowaniu budynków, jak i przy zabudowaniu nowych dzielnic. Obok żądania najobfitszego dostępu światła i słońca, równorzędnie wysuwa się kwestję odpowiedniej wody i to nietylko dla celów gospodarstwa domowego, lecz także dla kąpieli publicznych. Zagadnienie kąpieli, ograniczone początkowo do publicznych zakładów kąpielowych z wannami i tuszami, objęło następnie urządzenia basenów kąpielowych krytych. Później jednak wzrosły także wymogi co do kąpieli na wolnem powietrzu, zwłaszcza, że w wielu miastach brak było naturalnych warunków dla kąpielisk otwartych, lub też istniejące rzeki i stawy wskutek odpływów z fabryk i miast zostały stopniowo tak zanieczyszczone, że nie nadawały się do celów kąpielowych. Wobec tego nawet nad rzekami, z których doniedawna korzystano do celów kąpielowych, zaczęto budować otwarte baseny kąpielowe, zasilane sztucznie w wodę (np. Lipsk, Drezno, Wiedeń).

Materjałem konstrukcyjnym dla basenów kąpielowych jest prawie wyłącznie beton lub żelbet, przyczem w basenach krytych ściany bywają wyłożone zwykle jasnemi płytkami glazurowanemi, podczas gdy baseny otwarte są tylko wyprawione cementem. Rozmiary basenów są zwykle dostosowane do wymagań sportu, który żąda, by długość

basenu wynikała z podziału 100 m, zaś szerokość była wielokrotnością toru pływackiego t. j. 2,5÷3 m. A więc stosuje się długości 20, 25, $33^{1}/_{3}$, 50 i 100 m, zaś szerokości 9, 12, 15 i 18 m.

W halach krytych najmniejsze baseny w małych miejscowościach powinny mieć 20×9 do 10 m, zaś w większych miastach 25×10 do 12 m. W razie możności jest wskazane zwiększenie szerokości do 15 m, z uwagi na wymogi gry w waterpolo. Długości $33^{1}/_{3}$÷50 m buduje się tylko wyjątkowo w dużych miastach i nie są one zalecone, gdyż zarówno dla szerzenia się sportu, jak i wydatnego korzystania z kąpieli są korzystniejsze 2 mniejsze baseny w różnych dzielnicach miasta, aniżeli jeden duży basen.

Głębokości wymagane dla sportu wynoszą 80÷90 cm w części płytkiej, obniżając się stopniowo do 3,50 m pod skocznią. Często wykonuje się głębokość o 20÷30 cm mniejszą, a na czas zawodów spiętrza się wodę w basenie, przez zamknięcie odpływów i dopełnienie wody. Całość jest przykryta oszkloną halą, odpowiednio ogrzaną i przewietrzaną.

Wymiary basenów otwartych są podobne, lecz tu — obok właściwego basenu dla pływaków — buduje się zawsze część płytszą dla niepływających, a pożądane jest także pluskadełko dla dzieci. Część dla pływaków bywa 25÷50 m długa (wyjątkowo 100 m) i 10÷20 m szeroka, przy głębokości 1,50÷1,80 m, przyczem dół do skoków, o wymiarze 8×8 m do 8×10 m, ma głębokość 3,00÷4,00 m. Część dla niepływających, o powierzchni 5×10 m do 20×50 m i głębokości 0,70÷1,40 m, sytuuje się zależnie od warunków miejscowych obok lub na przedłużeniu basenu dla pływaków. Pluskadełka dla dzieci mają głębokość 20÷40 cm i powierzchnię 50÷100 m².

W basenach otwartych najbardziej pożądany jest naturalny przepływ wody, o ile znajduje się ona do dyspozycji w dostatecznej ilości i odpowiedniej jakości. W przeciwnym razie zasilenie tych basenów traktuje się podobnie jak w basenach krytych. W tych ostatnich ustalił się już do pewnego stopnia sposób zasilania w wodę i jej dezynfekcja. Przy znacznej frekwencji kąpiących się (po 1 000 i więcej osób dziennie) największą troską jest zapewnienie stałej czystości wody w basenie. Stosowane początkowo zupełne opróżnienie basenu i napełnienie świeżą wodą w krótkich odstępach czasu okazało się bardzo nieekonomiczne, gdyż trzeba ogrzewać znaczne ilości wody przy każdem napełnianiu basenu, a już po kilku godzinach przy liczniejszej frekwencji jakość wody pozostawia wiele do życzenia.

Zwrócono się więc do metod stosowanych już dawniej przy wodociągach, t. j. do filtrowania i chlorowania wody, przyczem cała ilość wody po przefiltrowaniu wraca spowrotem do basenu, jedynie dodaje się dziennie około 10% pojemności basenu świeżej wody.

Woda, odpływająca w najniższym punkcie basenu, dostaje się na filtry żwirowe, gdzie oczyszcza się pod względem mechanicznym, następnie podlega sterylizacji przez dodanie środków bakterjobójczych (przeważnie stosuje się chlor), poczem pompa wirowa tłoczy ją spowrotem do basenu. Wielkość urządzeń jest tak zaprojektowana, by w ciągu doby można całą pojemność basenu dwu lub trzykrotnie przepompować i przefiltrować. Rysunek 1 przedstawia schemat urządzenia do oczyszczania wody, zastosowanego w zakładzie kąpielowym w Dreznie.

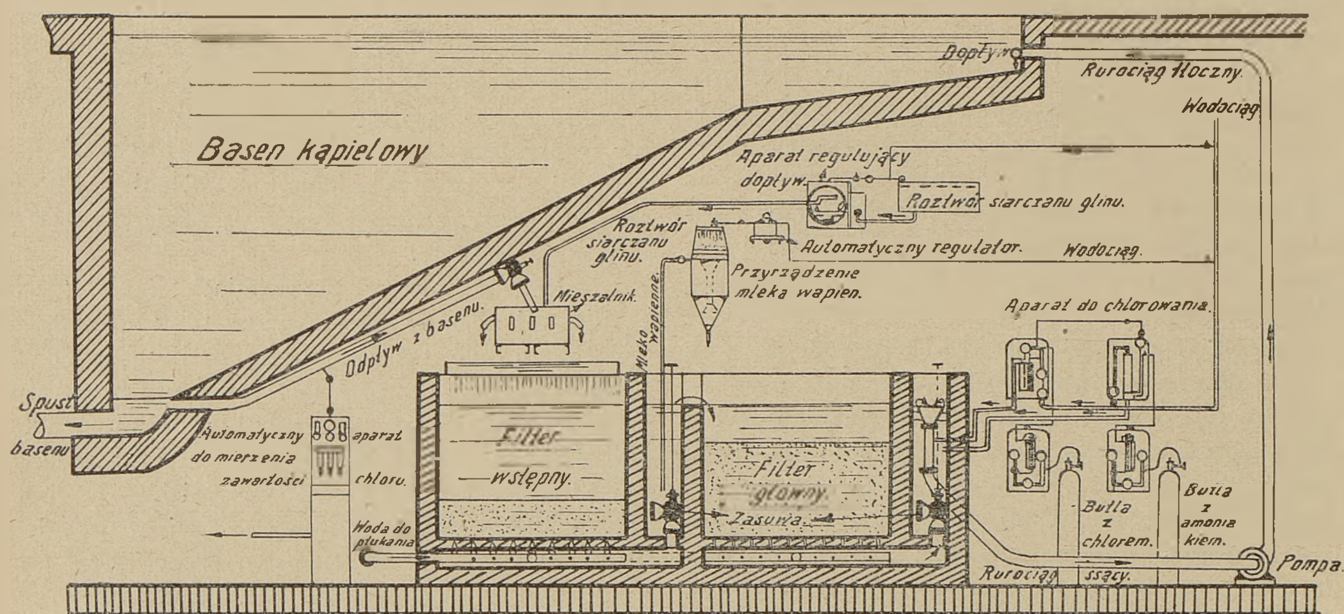
Filtry, stosowane w zakładach kąpielowych, są filtrami pośpiesznemi zwykle typu otwartego, lecz mogą być też zamknięte, o ile jest dostateczne ciśnienie dla przetłoczenia wody przez filtr. Przy filtrach otwartych przyjmuje się na podstawie danych praktycznych, że 1 m² filtra może przefiltrować 4÷5 m³ wody na godzinę. Na podstawie ilości wody przepompowanej w godzinie można obliczyć potrzebną powierzchnię filtra, który może być podzielony na kilka mniejszych jednostek.

Zwykle filtry te wykonuje się jako prostokątne skrzynie żelbetowe, z dnem sitowem lub zaopatrzonem w dziurkowane rury, i napełnia żwirem w kilku warstwach, z których górna ma ziarna średnicy 0,4÷1 mm. W dnie znajduje się prócz tego system rur dla doprowadzania wody pod ciśnieniem do płókania, a często także i powietrza pod ciśnieniem, które przyśpiesza płókanie. W ostatnich czasach w Anglji rury do płókania umieszczają kilkanaście centymetrów od powierzchni, w górnej warstwie żwiru, która jedynie się zanieczyszcza, zyskując w ten sposób intensywniejsze płókanie przy oszczędności wody i ciśnienia. Dobry wynik zapewnia dodanie do wody przed filtrem siarczanu glinowego $Al_2(SO_4)_3$ lub chlorku glinowego $AlCl_3 . 12 aq.$, które to środki powodują strącanie zawiesin i lepsze filtrowanie. Ponieważ jednak w tym wypadku zwykły filtr zanieczyszcza się zbyt szybko i wymaga zbyt częstego płókania, przeto stosuje się

wtedy dodatkowe filtrowanie na filtrze wstępnym, który ma warstwę filtrującą tylko 25 cm grubą; po przejściu przez niego dodaje się do wody mleka wapiennego celem zneutralizowania kwasu siarkowego względnie kwasu solnego, powstającego z rozkładu siarczanu względnie chlorku glinowego, poczem przepuszcza się wodę przez filtr główny o warstwie grubości 0,90 m.

Po przejściu przez filtr dodaje się środki dezynfekcyjne, które wpuszcza się zwykle do rury ssącej pompy; ta powoduje należyte wymieszanie ich z wodą i wtłacza ją oczyszczoną spowrotem jącej wody wodociągowej i jako roztwór chlorowy dostaje się do rurociągu ssącego pompy, przetłaczającej wodę z filtra spowrotem do basenu. Dopływ oczyszczonej i chlorowanej wody do basenu odbywa się w płytkiej jego części dziurkowaną rurą w pewnej głębokości pod powierzchnią wody, aby uniknąć ulatniania się chloru w powietrze.

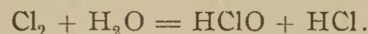
Zużycie chloru wynosi zwykle 0,8÷1,0 g na osobę i zapewnia zupełnie dobry rezultat pod względem bakterjologicznym, jednakowoż powoduje niemiły zapach wody i powietrza przy nieco większych dawkach chloru. To też w niektórych ba-



Rys. 1. *Schemat urządzenia do oczyszczania wody w zakładzie kąpielowym w Dreznie.*

do basenu. Ze środków dezynfekcyjnych najczęściej stosowany jest chlor gazowy, przy pomocy tych samych aparatów, jakich używa się do sterylizacji wody wodociągowej. Znane ogólnie są aparaty firmy Bamag lub też Chlorator prof. Ornsteina. Działanie tych aparatów jest następujące: chlor gazowy pobiera się z butli stalowej, zawierającej chlor pod znacznem ciśnieniem, skąd po rozprężeniu się wchodzi najpierw do filtra, który zatrzymuje wszelkie zanieczyszczenia mechaniczne, a następnie wentyl redukcyjny obniża ciśnienie do 0,5 atmosfery. Chlor o tem ciśnieniu przechodzi przez precyzyjny wentyl, regulujący jego dopływ, który odczytuje się na odpowiednim wskaźniku. Dalej przechodzi chlor przez wentyl zwrotny i dostaje się do naczynia szklanego, w którem miesza się i rozpuszcza w małej ilości dopływa-

senach kąpielowych dodają do wody kąpielowej równocześnie z chlorem amonjak w formie gazowej lub jako roztwór; łączy się on z chlorem w nowy związek monochloraminę NH_2Cl, która jest równie skuteczna jak chlor jako środek sterylizacyjny, natomiast zapach jej w wodzie nie daje się odczuwać. Zapach chloru można też zmniejszyć przez syntezę jego na kwas podchlorawy wedle wzoru:



$$Cl_2 + H_2O = HClO + HCl.$$

Proces ten odbywa się w słoju absorbcyjnym, napełnionym kawałkami marmuru, przez który przepuszcza się roztwór chloru, uzyskany w wyżej opisanym aparacie. Powstały kwas solny neutralizuje się przez związanie z marmurem. Uzyskany kwas podchlorawy jest skutecznym środkiem dezynfekcyjnym o niezbyt silnej woni. Można go też

uzyskać metodą Solvay'a z chloru gazowego i sody, lecz sposób ten nie jest ani tańszy, ani prostszy od poprzedniego.

W mniejszych basenach lub tam, gdzie chlorowanie jest potrzebne tylko okresowo przy większej frekwencji, można używać także gotowych roztworów, zawierających chlor, jak np. roztworu podchlorynu sodu, który jest dostarczany w formie ługu zawierającego 15% czynnego chloru, a przed dodaniem do wody rozcieńcza się go wodą w stosunku 1 : 20, aby uniknąć zmącenia wody.

Praktycznym okazał się też kaporyt, wyrabiany w formie białego proszku, składającego się z mieszaniny równych części soli kuchennej i podchlorynu wapniowego. Zawiera on 75% czynnego chloru; rozpuszcza się go w dwu zbiornikach zapasowych, skąd przez dopływ z wentylem pływakowym spływa do niżej położonego zbiorniczka dozującego, w którym pływak utrzymuje stały poziom. Stąd rurką z precyzyjnym wentylem nastawialnym dostaje się do wody basenu. Ten sam przyrząd dozujący można stosować do wyżej opisanego ługu podchlorynowego. W całkiem małych zakładach kąpielowych można rozlewać wprost do basenu roztwór ługu lub kaporytu konewczką z sitkiem.

Przez przeprowadzenie roztworu chlorowego przez słój z rozdrobnionemi kawałkami srebra lub miedzi powstaje chlorek srebra względnie miedzi, które mają też działanie dezynfekcyjne, lecz słabszy zapach. Co do działania chlorku srebra rezultaty nie są jeszcze całkiem pewne. Natomiast działanie chlorku miedzi zostało praktycznie udowodnione; przy procesie tym zyskuje się pewne zmniejszenie ilości chloru potrzebnego do dezynfekcji. Szczególnie ważne znaczenie ma stosowanie związków miedzi w basenach otwartych, gdyż powstrzymują one rozwój wodorostów (alg). W tym celu można też dodawać bezpośrednio do basenu siarczan miedzi w ilości $2 \div 4$ g na 1 m^3 wody.

O wynikach chlorowania i filtrowania poucza następujące zestawienie:

Zawartość bakteryj w 1 cm^3 wody:

	Ogólna zawartość bakteryj:	Zawartość b. coli:
Czysta woda rzeczna	320	mało
Nieczysta woda rzeczna	70 000	dużo
Woda basenu kąpielowego po 24 godz bez filtr. i chlor.	120 000	dużo
Woda basenu kąpielowego po 24 dniach z filtr. i chlor.	15	0

Najnowszy sposób dezynfekcji wody kąpielowej polega na stosowaniu koloidalnego roztworu srebra, który posiada właściwości sterylizacyjne. Aparat dezynfekcyjny składa się z izolowanego naczynia, w którem tkwią 2 elektrody ze srebra, połączone z baterją prądu stałego; co 5 minut zmienia się kierunek przepływu prądu elektrycznego. Część przepompowywanej wody z basenu przepływa przez to naczynie między elektrodami i porywa koloidalne cząstki srebra, oderwane prądem elektrycznym od elektrod. Ilość srebra, przechodząca do wody, jest zależna od natężenia prądu elektrycznego, które reguluje się opornicą. Ilość energji elektrycznej, potrzebnej do normalnego basenu, wynosi mniej niż 50 W, a ilość zużywanego srebra dla basenu pojemności 900 m^3 wynosi $25 \div 30$ g dziennie. W początkowem stadjum część srebra przylega do ścian basenu, reszta pozostaje w wodzie w formie koloidalnego roztworu przez kilka tygodni i działa bakterjobójczo jeszcze przez kilka dni po zaprzestaniu wpuszczania do wody świeżego srebra. Metoda ta ma tę zaletę, że woda jest zupełnie bezwonna, przejrzystość wody ma być lepsza niż przy chlorowaniu, a równocześnie srebro przeciwdziała rozwojowi wodorostów.

W Ameryce w ubiegłym roku uruchomiono taki aparat w jednym z basenów pojemności 600 m^3 w Waszyngtonie, przyczem całą ilość wody filtrowano dwukrotnie w ciągu doby i dodawano kilka procent świeżej wody dziennie. Basen nie był opróżniany przez przeciąg 8 tygodni, przyczem frekwencja dochodziła do 700 osób dziennie; przez cały ten czas basen pozostawał pod kontrolą 2 bakterjologów, którzy stwierdzili, że woda basenu była stale wolna od bakteryj chorobotwórczych, ponadto nie stwierdzono w wodzie przez cały czas żadnych śladów wodorostów. W Anglji ta metoda była stosowana w r. 1933 w jednym basenie, zaś w r. 1934 już w 15 basenach, co zdaje się świadczyć o dobrych rezultatach.

Wymogi sanitarne, stawiane wodzie basenów kąpielowych, wzrastają w miarę ulepszania metod oczyszczania i w wielu krajach zostały już ujęte w ścisłe przepisy, a baseny kąpielowe podlegają stałej kontroli sanitarnej.

Tak np. w Berlinie znajduje się kilkanaście miejskich zakładów kąpielowych, które od r. 1925 pozostają pod stałą kontrolą miejskiego Urzędu Zdrowia. Kontrola polega na tem, że co najmniej raz na miesiąc organa Urzędu Zdrowia badają

na miejscu jakość wody, a to przez stwierdzenie stopnia przejrzystości wody w basenie i przez pobranie ze środka basenu próbki wody do analizy bakterjologicznej. Przejrzystość wody zwykle stwierdza się jedynie przez oglądnięcie basenu, a tylko czasem przez opuszczanie do wody białej płytki porcelanowej na łańcuszku ze skalą metrową. Ponadto zarząd kąpieliska jest obowiązany codziennie kilkakrotnie przeprowadzić próbę zawartości chloru w wodzie i wpisać wyniki w specjalnej książce raportowej; w razie jakichkolwiek wątpliwości ma zawiadomić Urząd Zdrowia.

Powyższą próbę zawartości chloru wykonuje się w Berlinie przy pomocy kolorymetru firmy Chlorator w ten sposób, że do słoja daje się 5 ÷ 6 kropel ortotolidyny, następnie napełnia się słój badaną wodą, miesza i po 3 minutach porównuje żółte zabarwienie wody ze skalą porównawczą, która pozwala ocenić zawartość chloru w granicach 0,05 ÷ 0,5 mg/litr. Metoda ta jest czulsza od próby roztworem jodku potasu, który barwi wodę na niebiesko i wykazuje reakcję chloru dopiero przy zawartości chloru 0,1 mg/litr.

Wymagania berlińskiego Urzędu Zdrowia odnośnie do filtrowanej i chlorowanej wody kąpielowej są następujące:

1) woda powinna być przejrzysta;
2) zawartość bakteryj w 1 cm^3 wody nie powinna przekraczać 200;
3) próba na b. coli w 100 cm^3 wody powinna dać wynik ujemny;
4) stała zawartość wolnego chloru winna wahać się w granicach 0,1 ÷ 0,5 mg/litr.

W okresie pięcioletnim badał Urząd Zdrowia stale 14 basenów o pojemności przeciętnej 300÷550 m^3, w których kąpało się średnio po 1 000 osób dziennie. Woda w basenach była zmieniana w okresach 14 dni do 5 miesięcy, przy stałem filtrowaniu i chlorowaniu i codziennym dodatku 10% świeżej wody. Jakość wody nawet po kilku miesiącach nie pozostawiała nic do życzenia, a nawet odnosiło się wrażenie, że po dłuższym okresie używania jakość się polepszała. Spuszczanie wody było najczęściej spowodowane koniecznością oczyszczenia ścian i dna basenu, na którym osadzały się włókna z kostjumów kąpielowych, cząsteczki złuszczonej skóry, włosy i t. p. W okresach między spustami oczyszczano dno długiemi żerdziami, z przymocowanemi poziomo pasami gumy, któremi zesuwano osady do najniższego miejsca basenu i wypuszczano wypustem. Urządzenia ssące na zasadzie odkurzaczy nie dawały dobrych wyników.

Wszędzie tam, gdzie zawartość chloru była w przepisanych granicach, jakość wody pod względem bakterjologicznym odpowiadała żądanym warunkom. O ile spowodu złego nadzoru zawartość chloru spadała poniżej 0,1 mg/litr, ilość bakteryj w wodzie wzrastała bardzo szybko.

Wynika z tego, że stałe badanie wody na zawartość chloru jest warunkiem nieodzownym, a ilość chloru musi być każdorazowo dostosowana do ilości kąpiących się i intensywności absorbowania chloru przez wodę. Nie można zgóry ustalić pewnej stałej ilości chloru i personal zakładu kąpielowego musi uchwycić i przyzwyczaić się do zachodzących wahań, poczem wynik chlorowania będzie stale zadawalniający.

W Ameryce baseny kąpielowe są bardzo rozpowszechnione i stale nadzorowane przez władze sanitarne. Wymogi są dość różne w poszczególnych stanach. Większość stosuje jednak następujące wymogi:

1) ilość bakteryj nie może przekraczać 200 w 1 cm^3 wody; jednak
2) najwyżej w 10% próbek z pewnego dłuższego okresu ilość bakteryj może przekraczać 100 na 1 cm^3;
3) na 5 próbek z tego samego dnia tylko 2 mogą wykazywać b. coli w 10 cm^3, względnie 3 próbki na 10, pobranych w różnych dniach;
4) zawartość chloru w wodzie powinna być stale w granicach 0,2 ÷ 0,5 mg/l;
5) woda musi być czysta i przejrzysta.

W pewnych stanach wymagają, aby jakość wody kąpielowej odpowiadała normom wody do picia i to wymaganie jest przez higjenistów amerykańskich uważane za słuszne. Jest rzeczą charakterystyczną dla Ameryki, że początkowo były tam przepisy o wiele łagodniejsze, które z roku na rok obostrzano i przez publiczne ogłaszanie wyników poszczególnych zakładów wprowadzono czynnik wzajemnej konkurencji co do jakości wody.

Co do ilości osób, korzystających z basenu, przepisują amerykańskie rozporządzenia, że ilość osób kąpiących się w pewnym okresie nie może przekraczać 20 osób na każde 4,50 m^3 dopływu wody świeżej lub skutecznie przefiltrowanej i zdezynfekowanej. W wypadku, gdy wypełnianie basenu lub chlorowanie i filtrowanie jest okresowe, dopuszczają przepisy amerykańskie tylko 7 osób

na każde 4,5 m³ wody świeżej lub skutecznie przefiltrowanej i zdezynfekowanej.

W Polsce istnieją dla zakładów kąpielowych przepisy sanitarne, które jednak nie są dostosowane do powyżej opisanych nowoczesnych metod zasilania basenów w wodę. Rozporządzenie Min. Zdrowia z r. 1922 o publicznych zakładach kąpielowych nakazuje wodę z basenu codziennie wypuszczać i napełniać basen świeżą wodą. Stosowana dziś praktyka krążenia wody z jej filtrowaniem i dezynfekcją pozostaje w sprzeczności z tem rozporządzeniem, jakkolwiek daje lepsze wyniki pod względem higjenicznym.

Rozporządzenie o wodzie do picia z r. 1933, rozciąga się także na wodę do kąpieli w publicznych zakładach kąpielowych. Pod względem bakterjologicznym jest ono łagodniejsze od przepisów zagranicznych, gdyż wymaga, by b. coli nie znajdowało się w 50 cm³, podczas gdy niemieckie i amerykańskie przepisy stawiają granicę 100 cm³. Jednakże trudnoby było zmieścić w ramach tego rozporządzenia wodę kąpielową o zawartości 0,5 mg wolnego chloru. Przydałyby się też przepisy, określające, jak często ma być badana woda w basenach kąpielowych.

Wynika więc z powyższego, że przepisy polskie nie odpowiadają już dzisiejszym zasadom oczyszczania wód kąpielowych i powinny ulec nowelizacji.

Wobec tego pozwalam sobie zgłosić następujący wniosek:

»XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich stwierdza, że istniejące przepisy sanitarne o zakładach sanitarnych i wodzie do kąpieli nie odpowiadają ogólnie dziś przyjętym zasadom zasilania w wodę basenów kąpielowych, przy zastosowaniu filtrowania i dezynfekcji wody, i uważa za potrzebne wprowadzenie stosownych zmian w tych przepisach.

Wniosek ten przekazuje Zjazd Sekcji Techniczno-Sanitarnej dla opracowania i poczynienia stosownych kroków u władz, celem wprowadzenia pożądanych zmian w przepisach.«

Inż. Mag. ZYGMUNT RUDOLF

Praca inżyniera w urbanistyce.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Wytyczne budowy miast.

»Miasto jest trwałem i zorganizowanem nagromadzeniem wielkiej ilości ludzi, domów (mieszkalnych i innych) i szlaków komunikacyjnych (gościńce, ulice, koleje, rzeki i kanały spławne) oraz całego szeregu urządzeń pomocniczych (wodociągi, kanalizacja, przewody elektryczne, gazowe, pocztowe, telefoniczne, telegraficzne, pojazdy, tramwaje, fortyfikacje, ogrody, parki, boiska, pola ćwiczeń wojskowych, stawy, cmentarze i t. d.) — na stosunkowo małej powierzchni ziemi. Budowa miast jest umiejętnością zespalania wszystkich tych elementów materjalnych w jednolitą, sprawną i doskonałą całość« — w ten sposób określił budowę miast ś. p. profesor Ignacy Drexler, który dla urbanistyki polskiej położył wielkie zasługi.

Opierając się na referacie naszego czołowego urbanisty, prof. Tadeusza Tołwińskiego, wygłoszonym na I konferencji Towarzystwa Urbanistów Polskich w r. 1930 w Krakowie, przedstawię w krótkości nowoczesne cele planowania miast w dobie obecnej. Cel miasta nowoczesnego to nietylko stworzenie mieszkań dla ludności, ale stworzenie warunków rozwoju kulturalnego produkcji materjalnej i duchowej narodu. Nietylko ilość higjenicznych mieszkań, odpowiadająca ilości mieszkańców, ale duch tych mieszkań, szereg instytucyj państwowych, społecznych, publicznych tworzą dopiero swemi bryłami architektonicznemi miasto w nowoczesnem rozumieniu słowa. Dzisiejsze miasto nie jest organizmem harmonijnie zbudowanym i dostosowanym do swych funkcyj. Nie wypełnia nawet funkcji najpierwszej — nie dostarcza mieszkań, choćby najskromniejszych, rozrastając się samorzutnie i bezmyślnie na wielkich nieraz powierzchniach, zmusza obywateli do codziennego przebywania ogromnych odległości, a jednocześnie nie dostarcza w stopniu zadawalniającym właściwych środków komunikacji; przyciąga do siebie rzesze ludności wiejskiej, aby je bezmyślnie wtłoczyć w warunki egzystencji wielokrotnie nieraz gorsze od najprymitywniejszego życia wiejskiego. W mieście dzisiejszem wystąpił nowy czynnik — czynnik potężny w życiu jednostki i społeczeństwa — czas. Na tle wyniszczenia powojennego wyrosła również potrzeba oszczędzania materji we

wszelkiej jej postaci. Życie człowieka, urządzenie jego mieszkania, budowa domu, budowa dzielnicy, budowa miasta i budowa wreszcie całego państwa w jego gospodarczym, technicznym i plastycznym całokształcie podporządkowują się coraz wyraźniej trzem zasadom:

1) osiągnięcie minimum przestrzeni, traconej nieprodukcyjnie dla potrzeb miasta,
2) osiągnięcie minimum materjału, użytego do budowy dla dopięcia określonego celu oraz
3) osiągnięcie minimum czasu, zużytego do budowy i do jej użytkowania.

Całość miasta, dzielnica lub nowopowstający blok winny być założone na terenie tak dobranym, aby jego wyposażenie techniczne, zabezpieczające nieodzowny komfort życiowy i celowe funkcjonowanie, było łatwe do wykonania. Wyniknie to z dobrego planu regjonalnego i z szeroko założonych studjów przedwstępnych, gospodarczych, technicznych, administracyjnych i innych.

Międzynarodowe zjazdy mieszkaniowe i planowania miast.

Rozwój urbanistyki w Polsce jest niewątpliwie pod wpływem rozwoju tej dziedziny w innych krajach. Musimy pokrótce zastanowić się nad tem, jakie prądy panują zagranicą i jakie zagadnienia są najbardziej aktualne, a więc wymagające twórczej pracy tego lub innego zawodu. Odzwierciadlić to mogą najlepiej międzynarodowe zjazdy. Biorąc udział w kilku Międzynarodowych Zjazdach Mieszkaniowych i Planowania Miast (Nowy York 1925, Paryż 1928, Rzym 1930 i Berlin 1931) i będąc w kontakcie z Międzynarodową Federacją w Londynie, która te zjazdy organizuje, mogłem spostrzec, że po wojnie pod wpływem zmienionych warunków życiowych nauka budowy miast wstąpiła na nowe tory, zwracając coraz większą uwagę na stronę gospodarczą, techniczną i zdrowotną. Pragnę dać pewien rzut oka na całokształt zagadnień, omawianych na zjazdach międzynarodowych, aby stworzyć tło, na którem zilustrowanie roli inżyniera będzie ułatwione. Nie będę tu wnikał w szczegóły, odsyłając po nie raczej do kilku moich prac, bliżej związanych z tą dziedziną*).

*) 1) Międzynarodowy Zjazd w sprawach mieszkaniowych i planowania w Paryżu. *Przegląd Techniczny* (1928).

2) Higjena Urbanistyczna. Zagadnienia urbanistyki w Polsce. Warszawa 1931. (*Bibljoteka Tow. Urb. Polskich* Nr. 1).

3) Międzynarodowy Zjazd Mieszkaniowy i Planowania Miast w Berlinie. *Przegląd Techniczny.* (1932).

4) Nowoczesne zagadnienia urbanistyczne. *Gazeta Administracji i Policji Państwowej*, Nr. 22 (1932).

Na ostatnim Zjeździe Urbanistycznym w Berlinie poruszono nietylko dwa kapitalne zagadnienia, mianowicie: 1) zniesienie przeludnionych części miasta i 2) problem komunikacyjny w związku z planami zabudowania miast i planami regjonalnemi, ale ponadto zrobiono generalny przegląd wniosków z ostatnich Międzynarodowych Zjazdów Mieszkaniowych i Planowania Miast.

W ostatnich dziesiątkach lat idea miast-ogrodów doznała wzmocnienia. Podstawą tej idei jest świadomość, że problem nowoczesnego miasta może być tylko rozwiązany z zewnątrz, że trzeba go najpierw ustalić w regjonie, gdzie mają powstać różne ośrodki, i że sprawa mieszkaniowa może być skierowana na właściwe tory, gdy jest traktowana wspólnie z planowaniem miast.

Problem komunikacyjny dotychczas rozpatrywano w stopniu ograniczonym i to tylko z punktu widzenia technicznego. Problem ruchu towarowego był dyskutowany w związku z planem regjonalnym Nowego Yorku. Komunikacja miejska była omawiana szczegółowiej. Wyrażono opinję, że problemu komunikacyjnego nie rozwiąże nawet urządzenie przekroczeń ulic na różnych poziomach i dwupiętrowe ulice, tylko racjonalne strefowanie miasta zabezpieczy przed nadmierną koncentracją w śródmieściu, która mogłaby powstać w wyniku nagromadzenia się wysokich budowli.

Na Kongresie w Amsterdamie wysunięto następujące zasady w stosunku do planowania regjonalnego:

1) Nieograniczona ekspansja dużych miast jest niepożądana. Warunki, panujące w dużych skupieniach, są ostrzeżeniem dla miast o mniejszych rozmiarach.
2) Decentralizacja w postaci miast-satelitów musi być uważana jako sposób, w wielu przypadkach zabezpieczający przed nadmiernemi skupieniami.
3) Jest wskazane, aby zabudowane części miasta były otoczone pasami zieleni, przeznaczonemi dla rolnictwa, ogrodownictwa i t. d., w celu zabezpieczenia przed tworzeniem się nieskończonych szeregów domów.
4) Bardzo szybki rozwój komunikacji, szczególnie komunikacji samochodowej i autobusowej wymaga tego, by w przyszłości zwrócić specjalną uwagę na problem ruchu miejscowego i pomiędzy miastami.
5) Sporządzenie planów regjonalnych jest konieczne dla rozwoju wielkich miast, szczegól-

nie gdzie są one położone w bezpośredniej bliskości jedne od drugich lub gdzie wiele małych miast znajduje się w bezpośredniem sąsiedztwie dużego miasta. W planach tych należy przedewszystkiem wziąć całkowicie pod uwagę wyżej przytoczone punkty 2), 3) i 4). Plany te nie powinny być tylko planami rozrostu, ale powinny przedewszystkiem zabezpieczać całe okręgi przed nieograniczonem zabudowaniem.

6) Plany regjonalne winny być elastyczne i podlegać zmianom w zależności od zmiany warunków. Tylko takie zmiany mogą być robione, które są usprawiedliwione interesem publicznym.

7) Jest rzeczą konieczną, aby w związku z planowaniem miast i planowaniem regjonalnem było zagwarantowane, że wykorzystanie stref będzie odpowiadało ich przeznaczeniu, gdy plan wejdzie w życie.

Wszystkie te zasady winny być, mojem zdaniem, w pełni zachowane u nas, jako że wysunięte wiele lat temu nic nie straciły na swej aktualności.

Decentralizacja nie może być zastosowana do wszystkich nowoczesnych miast w sposób jednakowy. Miasta i regjony różnią się tak znacznie pod względem swego typu, właściwości ekonomicznych i warunków komunikacyjnych, że wyczerpujące studja wstępne są potrzebne dla przygotowania każdego planu regjonalnego. Tendencją nowoczesnego miasta jest rozszerzać się w kierunku radjalnym. Aby ułatwić decentralizację, trzeba przeprowadzać nowe promieniowe drogi, łączące wewnętrzną drogę okrężną bezpośrednio z zewnętrznemi przedmieściami. Drogi te muszą być połączone na peryferjach, aby uniknąć konieczności przechodzenia ruchu przez środek miasta i aby połączyć tereny przemysłowe w leżących nazewnątrz miastach i wsiach. Duże otwarte powierzchnie wielkiego miasta winny pójść radjalnie pomiędzy promieniowemi drogami. Małe otwarte powierzchnie winny być założone wewnątrz miasta. Dla ustalenia dozwolonej masy i intensywności zabudowania w dzielnicach przemysłowych i handlowych najlepiej posługiwać się objętością. Dla ustalenia dozwolonej masy i intensywności zabudowania w dzielnicach mieszkaniowych najlepszym wskaźnikiem w przypadku oddzielnych domów jest liczba domów na jednostce powierzchni, w przypadku domów czynszowych – całkowita powierzchnia podłogi (powierzchnia wszystkich kondygnacyj). Gdy bloki są całkowicie obudowane, ulice winny być pod kątem do zasadniczych kierunków stron świata. Ulice, w których domy stanowią szeregi, powinny mieć kierunek północ-południe. Aby domy we wszystkich ulicach otrzymywały jednakowe naświetlenie, ulice djagonalne winny być o 33,3% szersze i ulice zachód - wschód o 66,6% szersze od ulic w kierunku północ - południe. System zabudowy terenu, typ i szerokość dróg i rodzaj mieszkania muszą sobie wzajemnie odpowiadać.

W większości krajów główna trudność w wykonaniu planów regjonalnych polega na niedostatecznej współpracy zarządów wodnych, kolejowych, kopalnianych i różnych władz miejscowych ze sobą. Zachodzą także trudności finansowe i terenowe. Inna trudność polega znów na tem, że należy uprawomocnić plan, który ma szanse zatwierdzenia, a także wykorzystać ten plan dla celów wywłaszczeniowych i przekształcenia działek. Następujące wnioski Kongresu Paryskiego zasługują na uwagę:

1) Plan miasta lub plan regjonalny powinien uwzględniać cały odnośny teren. Właściwe władze w danym kraju powinny się zająć rozplanowaniem całego obszaru.

2) Planowanie regjonalne winno być zalecane możliwie na drodze dobrowolnej i wszystkie władze zainteresowane powinny mieć odpowiednie prawa, ułatwiające im całkowitą współpracę.

Także, jeżeli to okaże się koniecznem, najwyższa władza w kraju winna mieć prawo ingerencji, aby przez brak współpracy pomiędzy władzami nie został zaniechany cały plan, oraz prawo podziału właściwych kosztów planu regjonalnego pomiędzy władzami i stronami zainteresowanemi.

3) W kraju, gdzie planowanie miast stało się zwykłą praktyką, właściwe władze nie powinny mieć obowiązku indywidualnego zawiadamiania każdego z właścicieli, że plan miasta jest w przygotowaniu.

4) Gdy plan jest sporządzony i zatwierdzony, władze powinny być upoważnione do wywłaszczenia terenów, nie wykluczając terenów budowlanych, gdyż jest rzeczą konieczną, aby w ten sposób władze miejskie mogły zapewnić miastu normalny rozwój i rozrost.

5) Ponieważ plan naogół podnosi wartość nieruchomości, właściciel nieruchomości winien ponieść pewne koszty w granicach tego wzrostu wartości; aby uniknąć jednak pewnych niesprawiedliwości względem pojedyńczych właścicieli, właściwe władze powinny mieć prawo łączyć kilka nieruchomości i nakładać na nie obciążenia stosownie do wymagań planu.
6) Plan zabudowania miasta powinien uwzględniać wszystkie nieruchomości o charakterze publicznym i nawpół-publicznym, a także wszelkie urządzenia użyteczności publicznej w granicach danej miejscowości. Władza państwowa, odpowiedzialna za planowanie miast, powinna być także odpowiedzialna w całej rozciągłości za ochronę interesów publicznych.

Powyższe wnioski wyglądają przy dzisiejszem zrozumieniu sprawy na bardzo elementarne, nie straciły one jednak swego znaczenia ze względu na to, że realizacja planowania miast u nas jest właściwie jeszcze w zaczątku.

Czynnik badawczy w planowaniu osiedli.

Na Międzynarodowym Zjeździe Planowania Miast w Rzymie (1929) wygłosił bardzo interesujący referat na powyższy temat dr I. G. Gibbon, podsekretarz stanu angielskiego Ministerstwa Zdrowia. Referat ten zwrócił mą szczególną uwagę ze względu na jego oryginalność i jego zasadniczy związek z moim wnioskiem, jaki jeszcze przed tym Zjazdem wysłałem, jako członek Rady Międzynarodowej Federacji Mieszkaniowej i Planowania Miast w Londynie, do tej Federacji, proponując, by przystąpiono do badań nad opracowania wzorowego programu kształcenia urbanistów. Myśli p. Gibbona zasługują na naszą uwagę. Planowanie miast winno być oparte na nauce, tak samo, jak inżynierja oparta jest na nauce mechaniki i statyki. Niema jeszcze nazwy dla takiej nauki, proponuje więc nazwę »geografji socjalnej«, pod którą rozumię naukę o warunkach, które rządzą nagromadzeniem się ludzi w mieście i na wsi, z punktu widzenia handlu, dogodności lub właściwego życia, a także o warunkach, które ustalają przeznaczenie terenów dla najlepszego użytkowania gminy, czy ze względu na przemysł, handel, zamieszkiwanie, dogodności lub rozrywki. Geografja socjalna zbiera wiedzę z różnych dziedzin, przyjmując za podstawę ekonomję, zawiera ona znajomość zwyczajów społecznych i pogląd na życie, jego przykrości i radości. Zastanawia się nad tem, jaka jest forma życia miejskiego, która najlepiej odpowiada wymaganiom produkcji, ekonomji obsługi, różnym przejawom życia, czy to producenta, czy konsumenta. Czy istnieją pewne optymalne rozmiary miasta? Możnaby mieć setki pytań tego rodzaju, które mogliby postawić praktyczni urbaniści, którzy zagłębiają się w najbardziej skomplikowane zagadnienia. Nie jest rzeczą wystarczającą rozpatrywać poszczególne problemy oddzielnie — im bardziej skutecznie wyglądają one, jako rozwiązane pojedyńczo, tem niebezpieczniejsze otrzymuje się ostateczne wyniki. Harmonijne ujęcie całości daje właściwe rozwiązanie, a nie hipertrofja poszczególnych części. Jest za dużo empiryzmu w nowoczesnem planowaniu, za dużo akceptowania rzeczy, które uważa się za słuszne spowodu bieżących wymagań, za mało mamy podstawy w mocnych faktach, ustalonych po starannem i bezstronnem zbadaniu minionych i panujących warunków. Czynnik personalny jest prawdopodobnie najbardziej istotną rzeczą dobrego planowania, lecz musi on być oparty na mocnym fundamencie faktów i nauki. Dużo było i jest robione w dziedzinie badań poszczególnych zagadnień, jak mieszkaniowych, transportowych i t. p., niewiele jednak zrobiono w tym szerokim dziale, który nazwano »geografją socjalną«. Żyjemy w wieku badania, zdobycze jego są codziennemi cudami. W planowaniu miast jest duża sposobność dla badań w różnych kierunkach, gdzie miljony są tracone przez ignorancję. Ta praca badawcza nie jest przeznaczona dla projektującego urbanisty, jako takiego. Jest to wiedza, jego praca zaś jest sztuką, zastosowaniem tej wiedzy z tem odcieniem osobistem, jakie mu nadaje życie. W praktyce projektujący urbanista często może dać cenne przyczynki naukowe w badaniach przygotowawczych do jego planu, jeżeli ma skłonności badawcze. Lecz te studja stanowią znikomo małą część tego, co jest wymagane, mogą one w istocie rzeczy prowadzić na manowce, jeżeli uznać je za wystarczające zastępstwo szerszej nauki. Nie można lekceważyć wspaniałej pracy, jaka została wykonana, naprzykład, w związku z badaniami planu Nowego Yorku i jego regjonu, jest to jednak tylko początek, stoimy bowiem jeszcze daleko od osiągnięcia celu. Potrzeba znacznie więcej takich badań oraz starannej koordynacji wyników, studjów praktycznych, nietylko teoretycznych, z których można wyciągnąć miarodajne wytyczne. Stowa-

rzyszenia planowania, miejscowe i międzynarodowe, winny mieć sekcję, poświęconą poparciu badań i mającą bliski kontakt z publicznemi instytucjami, zwłaszcza uczelniami, dla przedsięwzięcia i zachęcania do poszczególnych badań lub tworzenia, co może byłoby najpożyteczniejsze, specjalnych instytucyj, posiadających fundusze na tego rodzaju badania. Dr Gibbon podaje przykładowo kilka praktycznych problemów, które interesują projektujących urbanistów. Wreszcie porusza sprawę, jak sam mówi, »delikatną«, dotyczącą pytania, kto jest urbanistą? Dotychczas nie przekonano jeszcze społeczeństwa, że urbanistyka jest profesją. Ludzie wiedzą, co to jest inżynier, co to jest architekt, lub mierniczy, ale co do tego, co to jest urbanista (town planner), nie mają wyraźnego pojęcia. Jeżeli planowanie osiedli jest specjalnym zawodem, to zwykły człowiek winien być co do tego przekonany, gdyż od tego zależeć będą w każdym razie w wielu krajach rozmiar zatrudnienia oraz wyniki pracy urbanistycznej. Urbanistyka jest jeszcze »niemowlęciem« wśród innych zawodów. Wielu pionierów urbanistyki jeszcze żyje. Musieli oni iść własną drogą, tak samo, jak szli nią pionierzy inżynierji jeszcze nie tak dawno temu. Praca pionierów nie jest już wystarczająca dla następujących po nich urbanistach. Elementy wiedzy i umiejętności muszą być systematyzowane, chociaż podlegają one zmianom i powiększają się z biegiem czasu. Nie można znaleźć zupełnie zadawalniającej opinji co do tego, jakie to winny być elementy. Inżynierja, architektura, miernictwo i pożyteczna dyscyplina nie są wystarczającemi podstawami. Urbanista tem się przedewszystkiem różni od innych zawodów, że mają one zwykle określony problem i rodzaj pracy, natomiast »urbanista« przygotowuje materjał i pracuje dla rozwoju miasta. Praca ta jest podobna do pracy lekarskiej: lekarz ma do czynienia z ciałem fizycznem, urbanista — z ciałem społecznem; w obu dziedzinach powstają specjalności poszczególnych gałęzi, ale podstawą ich wszystkich musi być ogólna znajomość organizmu, jego anatomji i fizjologji, jego historji i wszelkich anomalij. Jest naogół za dużo indywidualizmu, a za mało zawodowości. Indywidualizm sam w sobie nie jest błędem, jest to nawet rzecz istotna w każdej najlepszej pracy, ale nie zastąpi on, chyba mogło to być w czasach pionierskich, profesji; indywidualizm winien być raczej dopełnieniem zawodu. Problemy socjalne nie mają końca, niema takiego poziomu kwalifikacji, który byłby zbyt wysoki dla człowieka, chcącego dać sobie radę z niemi. Urbaniści winni dążyć do tego, by postawić swój zawód na możliwie wysokim poziomie.

Zainteresowanie inżyniera w planowaniu miast.

Inżynierowie na całym świecie wykonują pracę dla miast i korporacyj użyteczności publicznej. Większość inżynierów jest bezpośrednio związana z jednym lub z kilku elementami planowania miasta. Wszyscy prawie inżynierowie są w swej pracy zawodowej do pewnego stopnia pod wpływem planowania miasta lub braku tego planowania. Większość inżynierów poświęca swoje wysiłki tylko pojedyńczemu elementowi planowania miasta, chociaż w ciągu może wielu lat mieli oni do czynienia z różnemi elementami. W razie braku planowania, które ujmuje wszystkie elementy planu miasta, wypracowanie oddzielne poszczególnych elementów musi być w dużym stopniu pracą nieświadomą. To staje się jasne, gdy korzyści strefowania są brane pod uwagę. W jaki sposób mogą być bruki, kanały, wodociągi, parki, środki transportowe, urządzenia oświetlenia, telefony i t. p. planowane, aby odpowiedzieć potrzebom miasta na dłuższy okres lat naprzód, jeśli nie będzie wiadome, jakie dzielnice będą oddane pod handel, przemysł lub na cele mieszkaniowe? Każdy element planu jest pod wpływem innych elementów. A jednak często inżynier, czy to będzie inżynier komunikacji czy inżynier sanitarny, jest zmuszony pracować przy braku lub tylko przy częściowych wskazaniach ogólnego planu zabudowania miasta, robiąc najlepsze przewidywania, na które go stać, co do rozwoju innych elementów miasta, mających wpływ na rodzaj ulepszenia, w którym jest on bezpośrednio zaangażowany. Wyniki takiego braku kwalifikacyj są w wielu miejscach widoczne. Inżynierowie zaczynają to rozumieć coraz lepiej. W miarę tego, jak wzrasta wśród nich świadomość omówionych braków, wzrasta także zainteresowanie inżynierów w planowaniu miast. Inżynierom, będącym w miejskiej służbie, czyniono nieraz zarzuty, że za mało przyczyniają się do racjonalnego planowania miasta. W bardzo niewielu miastach miejskie prace inżynierskie są scentralizowane; przeważnie inżynierowie, pracujący w różnych działach administracji, nie mają styczności z całokształtem zagadnienia planowania, a więc nie mogą być odpowiedzialni za braki tego planowania. Słusznie przeto Amerykański Instytut Planowania Miast

nawołuje do tego, by organizacja miejskiego działu inżynierskiego była oparta na nowej koncepcji, nowej teorji i praktyce. W ten sposób zainteresowanie inżyniera w planowaniu miast wzrośnie, wzrośnie również jego udział w praktyce i w postępie samej sztuki. Płyną stąd i odpowiednie wskazania dla organizacji samorządowej służby technicznej w Polsce.

Gdybym mógł na tem miejscu szczegółowo omówić całe prawodawstwo polskie, które ma związek z urbanistyką, rola inżyniera, w szczególności inżyniera komunikacji, mierniczego i sanitarnego, wyłoniłaby się z tego rozpatrywania w sposób niewątpliwy. Ale prawodawstwo polskie jest naszym tworem, a chciałbym jednak, aby wszyscy doszli do tych samych wniosków, co i ja, na podstawie samego rozumowania nad zagadnieniem planowania miast i przekonywujących wniosków, które wyciąga zagranica na międzynarodowych zjazdach i u siebie na podstawie bogatej praktyki, doświadczenia i nauki. Przytoczę jedynie rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dnia 23-go kwietnia 1930 r. o sposobie opracowania planów zabudowania (Dz. U. R. P. Nr. 41, poz. 362). Rozporządzenie to składa się z 13 paragrafów, omawiając szczegółowo następujące działy: podstawy projektu, program wstępny, sposób wykonywania projektów planów zabudowania, ogólny plan zabudowania, plan szczegółowy, zmiany w projekcie planu zabudowania i adnotacje na planach. Gdybym miał uwypuklić rolę inżyniera sanitarnego na tle prawodawstwa polskiego, byłoby to rzeczą łatwą, bowiem sprawę tę przedstawiłem wspólnie z p. inż. W. Rabczewskim w referacie p. t. »Urządzenia zdrowotne a planowanie miast«, wydrukowanym w »Samorządzie Miejskim« (Nr. 8 z dnia 15 kwietnia 1935 r.). Referat ten został zgłoszony na XIV Międzynarodowy Zjazd Mieszkaniowy i Planowania Miast, który ma się odbyć w Londynie w lipcu bieżącego roku. Już treść § 1 rozporządzenia tego (dział — podstawy projektu) rzuca wyraźne światło na charakter inżynierski pracy przy opracowaniu planów zabudowania. Paragraf ten muszę dla ścisłości przytoczyć dosłownie: »Projekt planu zabudowania opracowany być winien na podstawie pomiarowych planów sytuacyjnych i wysokościowych, wykonanych przez samorządowe organa lub przez mierniczych przysięgłych, a obejmujących odpowiednie zabudowane i niezabudowane części osiedla, względnie osiedli. Przed sporządzeniem projektu należy zebrać wszystkie te dane, które mogą być potrzebne do projektu ze względu na postanowienia art. art. 10÷19 i art. 20 ust. 1 rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 16 lutego 1928 r. o prawie budowlanem i zabudowaniu osiedli (Dz. U. R. P. Nr. 23, poz. 202), dane dotyczące stanu posiadania gruntów i rodzaju ich użytkowania, gęstości i jakości istniejącego zabudowania, gęstości zaludnienia poszczególnych dzielnic, względnie części osiedla, kierunków, w jakich odbywa się lub oczekiwany jest rozwój osiedla lub osiedli, rozmieszczenia budowli i dzielnic zabytkowych, zakładów handlowych i przemysłowych oraz warunków rozwoju handlu i przemysłu, warunków wewnętrznej i zewnętrznej komunikacji wszelkiego rodzaju i stopnia jej intensywności na poszczególnych arterjach komunikacyjnych, warunków odpływu wód płynących i stojących oraz opadów atmosferycznych tudzież wód zużytych, istniejącej sieci kanalizacyjnej, a w razie, gdy miejscowość podlega zalewom, stosunku poziomu wielkiej wody do powierzchni terenu, jakości gruntów pod względem gleboznawczym, a w przypadku, gdy plan ma objąć tereny górnicze, stosunku obszaru zabudowanego, tudzież mającego być zabudowanym, do prowadzonych względnie spodziewanych robót górniczych, warunków zaopatrzenia mieszkańców w wodę, światło, siłę popędową, prowadzenia przewodów telegraficznych i telefonicznych i t. p.

Zakres danych, które mają być zebrane w myśl powyższego ustępu, uzależnia się od charakteru obszaru, wielkości osiedla i gęstości zabudowania osiedla, którego ma dotyczyć projektowany plan zabudowania, od jego tendencyj rozwojowych oraz od roli, jaką poszczególne dane mogą odegrać w przyszłym rozwoju zabudowania i t. d.«.

Dalsze paragrafy są rozwinięciem i szczegółowem ujęciem postulatów, zapoczątkowanych w zebranym zgodnie z § 1 rozporządzenia materjale podstawowym, który dotyczy nietylko wymienionych działów inżynierji, ale i innych dziedzin, których współpraca w urbanistyce w wielu przypadkach jest niezbędna. W treści przytoczonego paragrafu można się też doszukać momentów, które wymagać będą przy ustalaniu już programu wstępnego (§ 2 rozporządzenia) szeregu badań, o których wspominałem przy okazji omawiania referatu dra Gibbona. Dokładne zapoznanie się z wymienionem rozporządzeniem Ministra Robót Publicznych musi każdego przekonać, że bez znajomości i udziału poszczególnych działów inżynier-

skich ani ogólny plan zabudowania, ani tem bardziej plan szczegółowy nie może dać gwarancji rzeczowego i racjonalnego opracowania. Praktyka u nas i zagranicą wskazuje, że brak odpowiedniej współpracy jest jedną z najważniejszych, poza stroną finansową, stron ujemnych przy realizacji prac urbanistycznych.

Głosy prasy.

W ostatnim czasie, w związku z ogłoszeniem w prasie wiadomości o utworzeniu sekcji urbanistycznej przy Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej, zjawiło się wiele artykułów, pisanych przez poszczególnych przedstawicieli świata inżynierskiego, zmierzających do uwydatnienia roli inżyniera w urbanistyce. Przytoczę tu w krótkości kilka artykułów, których treść jest istotnie interesująca. W *Przeglądzie Mierniczym* (Nr. 7—8, 1934) inż. St. Chojnicki w ten sposób, między innemi, charakteryzuje pracę urbanistyczną:

»Kierownikami biur urbanistycznych powinni być starsi i praktycznie doświadczeni inżynierowie, niezależnie od tego, jakiego rodzaju patentem się legitymują, o ile posiadają potrzebną znajomość przedmiotu, nabytą w dotychczasowej, możliwie wszechstronnej praktyce zawodowej.

Potrzebni specjaliści techniczni w tych biurach powinni mieć równorzędne prawo głosu w kwestjach swojej specjalności i jakiekolwiek narzucanie władzy lub wyższości jednego zawodu nad drugim odbije się zawsze ujemnie na wynikach pracy, wspólnie wykonywanej. Prace specjalne muszą być wykonywane przez specjalistów, bo w przeciwnym razie wykonane będą źle. Architektom nie wolno zastępować inżyniera mierniczego, lądowego i wodnego, ani naodwrót.«

W *Samorządzie Miejskim* (Nr. 23, 1934) inż. K. Bieliński w artykule »Czy urbanistyka jest zagadnieniem wyłącznie architektonicznem?« podaje ciekawą tabelę porównawczą zatrudnienia inżynierów i architektów w biurach sporządzania planów zabudowy, a mianowicie:

	inżynierów	architektów
Wiedeń	13	1
Budapeszt	11	4
Kopenhaga	12	3
Praga	15	6
Sztokholm	20	6
	71	20 (28%)

Autor zaznacza jednocześnie, że plany zabudowania sporządzane przez architektów okazują się przy ich realizacji jako nieracjonalne i nieżyciowe i dlatego ulegają ustawicznym zmianom, ponieważ do ich opracowania nie przyciągnięto inżynierów z tych dziedzin, których udział jest konieczny i winien odgrywać rolę dominującą.

W temże piśmie (Nr. 1, 1935) w anonimowym artykule p. t. »Czy urbanistyka jest zagadnieniem wyłącznie architektonicznem?« znajdujemy szereg interesujących myśli. Autor stwierdza, że 30 lat temu w Wyższej Szkole Technicznej w Charlottenburgu zorganizowano specjalne seminarjum urbanistyczne pod kierunkiem przedstawiciela wydziału architektury prof. Genzmer'a i przedstawiciela wydziału inżynierji budowlanej prof. Brix'a. Autor wskazuje, że architektura jest sztuką piękną i nauką techniczną, inżynierja zaś wyłącznie nauką techniczną. Trudne jest rozgraniczenie dziedziny nauk technicznych, wchodzących w zakres architektury, od dziedziny nauk technicznych, należącej do inżynierji budowlanej (obie dziedziny na niektórych odcinkach pokrywają się do pewnego stopnia). O tem, jakiego rodzaju fachowcy są potrzebni i jaki ma być wzajemny stosunek tych sił fachowych, decyduje każdy poszczególny przypadek. Inżynier budowniczy też nie może owładnąć całym zakresem wiedzy inżynieryjno-budowlanej. Tylko harmonijna współpraca specjalistów zapewnia celowe rozwiązanie.

W czasopiśmie *Wiedza i Życie* (Nr. 2, 1935) prof. Z. Wojnicz-Sianożęcki w pracy p. t. »Urbanistyka nowoczesna« przeprowadza ciekawe rozumowania, biorąc pod uwagę planowanie miasta z punktu widzenia obrony kraju, kończy zaś artykuł następującemi słowy: »Planowanie miast nie jest zadaniem architektury we właściwem tego słowa znaczeniu, gdyż musi być wynikiem uzgodnienia wymagań wojskowych, komunikacyjnych, przemysłowych, agrotechnicznych i meljoracyjnych, geodezyjnych, prawnych, ekonomicznych, administracyjnych, sanitarnych i wielu innych, bardzo mało wspólnego mających z budownictwem i architekturą, przynajmniej w tym ich zakresie, w jakim się one zamykały od setek lat. Jest ono natomiast zupełnie nowem zadaniem państwowo-planotwórczem, nad którego celowem rozwiązaniem musi się trudnić cała inżynierja, agronomja i technologja kraju, łącznie z jego administracją ogólną, niemniej gruntownie, jak i władze i organizacje fachowe, mające w swej opiece zdrowie i oświecenie publiczne.« Że myśli przez prof. Sianożęckiego poruszone są u nas często niedoceniane, można się

także łatwo przekonać, studjując prace z zakresu przystosowania miast do niebezpieczeństwa lotniczego. Naprzykład, praca podpułkownika Vauthier p. t. »Niebezpieczeństwo lotnicze i przyszłość kraju« (w polskiem tłumaczeniu wydana w r. 1932 przez Główny Zarząd Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwgazowej) w dziale, traktującym o urbanistyce, wyraźnie wskazuje na metody przystosowania miast do właściwej obrony. Z treści tej pracy wyłania się w racjonalnej budowie miast między innemi poważna rola inżyniera, który musi się wszędzie liczyć z wymaganiami charakteru obronnego.

Pragnę od siebie dodać, że czynnik inżynierski odgrywa w urbanistyce znacznie większą rolę zagranicą niż u nas, w szczególności mogłem się o tem przekonać podczas kilkuletniego pobytu w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, gdzie rola architektów sprowadza się często do roli doradców ze swej specjalności i gdzie ostatnio przy Uniwersytecie Harvarda powstała specjalna Szkoła Planowania Miast (»School of City Planning«), kształcąca kierowników w dziale urbanistyki. Otwierając wymienioną szkołę, kierowano się następującemi względami: planowanie miast, które nie może być oddzielone od planowania regjonalnego, jest stosunkowo młodą profesją i liczba fachowców, należycie przygotowanych do praktyki, jest bardzo mała. Sam przedmiot jest tak obszerny, że można powiedzieć, że dotyczy on wszystkich wysiłków człowieka, zmierzających do przystosowania otoczenia do jego potrzeb.

Większość nowych zawodów powstała w ten sposób, że zostały oddzielone od starego zawodu, gdy ogrom wiedzy w tej starej profesji przerastał możliwości jakiegokolwiek człowieka. Zawód »urbanisty« (»city planner«) natomiast powstał w ten sposób, że połączono pewne podstawowe części pokrewnych zawodów i rozwinięto specjalną technikę ich wspólnego traktowania. Jest on bezpośrednio związany z inżynierją, architekturą pejzażową, ekonomją, prawem, administracją, estetyką i wielu innemi gałęziami wiedzy. Oczywiście, nie jest rzeczą możliwą dla jednego człowieka opanować wszystkie te przedmioty, lecz zawodowy urbanista (»professional city planner«) musi mieć taką znajomość każdego z przedmiotów, aby umieć wyrazić i łączyć w skoordynowaną całość życzenia i decyzje ludzi różnych innych grup, zainteresowanych w swoich różnych specjalnych problemach. Do takich przedmiotów zalicza się przedewszystkiem: główne drogi komunikacyjne, środki tranzytowe i transportowe, koleje, porty, lotniska, parki, zakłady publiczne, podział terenów i strefowanie i w szczególności ich wzajemny stosunek. Planowanie miast, jako zawód, ma w praktyce szerokie pole działania, przedstawiające stale nowe i nierozwiązane problemy. Daje on sposobność dla prawdziwej służby publicznej, mającej na celu ulepszenie warunków życiowych i otoczenia miast, gdzie wzrastający procent ludności spędza swoje życie, a także ulepszenie terenów miejskich, bez których miasta i naród nie mogłyby istnieć.

Również uważam za wskazane wspomnieć, że zasługuje na większe studjowanie urbanistyka sowiecka, która w ostatnich latach nabrała ogromnego rozpędu i przybrała szerokie formy organizacyjne. Zarówno w planowaniu miast, jak i w planowaniu regjonów, zwraca się tu dużą uwagę na współpracę wszystkich niezbędnych specjalności.

Zakończenie.

Planowanie miast winno być przedmiotem zainteresowania zarówno architekta, jak i inżyniera, czy to będzie inżynier komunikacji, mierniczy czy sanitarny. Wykonanie różnorodnych zadań w planowaniu osiedli i regjonów wiąże się zarówno z umiejętnością, jak i z późniejszą realizacją wchodzących w ten zakres różnych problemów, to też »urbanistyka« nie powinna być domeną tylko jednego zawodu technicznego. Budowa miast wymaga harmonijnego i dobrze ujętego współdziałania odpowiednich specjalności. Nie wyklucza to bynajmniej stworzenia nowego zawodu »urbanisty« na podstawie odrębnych studjów, mając na uwadze potrzebę wytwarzania kierowników planowania miast i regjonów, jak to ma miejsce w Ameryce. Nie przesądza to również sprawy, że zarówno architekt, jak i inżynier, mający doświadczenie i praktykę w urbanistyce, może być kierownikiem planowania miast i regjonów. Na poparcie mego stanowiska przytoczę wkońcu, że idea współpracy inżyniera z architektem znajduje jasny wyraz w następujących słowach ś. p. prof. Drexlera: »Nauka budowy miast jest dziedziną wspólną inżyniera i architekta. Pierwszemu stawia niezmiernie trudne i skomplikowane zagadnienia komunikacyjne najrozmaitszego rodzaju, a zarazem uczy go, że i utylitarne konstrukcje miejskie powinny być przesiąknięte duchem piękna, dla architekta zaś stanowi najświetniejsze pole ekspansji w wielkich kompozycjach budowlanych, a równocześnie przedstawia doskonały kurs obywatelskiej nauki o pod-

porządkowaniu się twórczości indywidualnej pod linje wytyczne wyższego rzędu.«

Wnioski:

»1) XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich uznaje za konieczne, aby Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców Polskich nawiązało ścisły kontakt z instytucjami naukowemi i organizacjami społecznemi, zajmującemi się urbanistyką, a to w celu wytworzenia w tej dziedzinie celowej współpracy architektów-urbanistów z inżynierami innych specjalności, w szczególności z inżynierami gazownikami, wodociągowcami i sanitarnymi. Współdziałanie to winno dotyczyć w pierwszym rzędzie Związku Miast Polskich, Towarzystwa Urbanistów Polskich i Związku Architektów Rzeczypospolitej Polskiej.

2) Zjazd zwraca się z prośbą do właściwych państwowych władz centralnych i władz samorządowych, aby we wszystkich większych komórkach urbanistycznych, przy sporządzaniu planów zabudowania miast i planów regjonalnych, byli zatrudniani nietylko architekci, ale i inżynierowie innych specjalności, nie wyłączając inżynierów miejskich i sanitarnych.«

Dr WŁODZIMIERZ KULMATYCKI
Kierownik Pracowni Rybackiej P. I. N. G. W.
w Bydgoszczy

O pracy Międzywojewódzkiego Komitetu Ochrony Rzek przed zanieczyszczeniem w Poznaniu, z zakresu badania i zwalczania zanieczyszczeń rzek i wód otwartych.

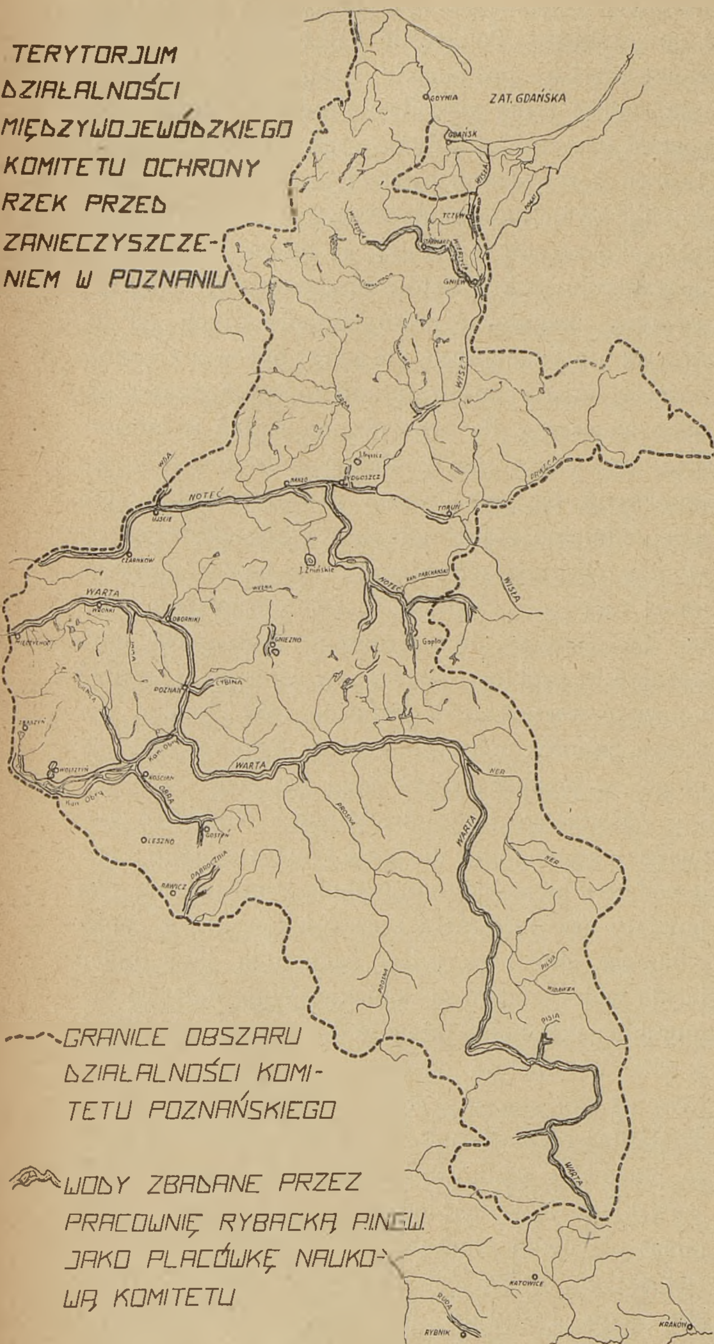
(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

Działalność Międzywojewódzkiego Komitetu Ochrony Rzek przed zanieczyszczeniem w Poznaniu jest jednym z trzech odcinków pracy nad ochroną czystości rzek i zwalczaniem szkodliwych ścieków, rozwijającej się na podłożu ogólnopaństwowem, dzięki organizacji stworzonej przez Międzyministerjalną Komisję do spraw ochrony rzek przed zanieczyszczeniem, która akcji tej nadała pewne ramy oraz wogóle umożliwiła jej realizację przez dostarczenie potrzebnych środków pieniężnych.

Międzywojewódzki Komitet Ochrony Rzek przed zanieczyszczeniem w Poznaniu, stojący pod przewodnictwem Pana Wojewody poznańskiego, rozwija swoją działalność na terenie czterech województw: poznańskiego, łódzkiego, kieleckiego i pomorskiego. Podkreślić należy, że jedynie dwa województwa: poznańskie i pomorskie stanowią, jako całość teren jego działalności, natomiast pozostałe uczestniczą jedynie częścią swego obszaru. Jest to następstwem ogólnej organizacji akcji badania i zwalczania zanieczyszczeń, w której przyjęto jako zasadę wytyczną, iż tereny działalności poszczególnych komitetów międzywojewódzkich nie powinny obejmować pewnych jednolitych terytorjów administracyjnych, ale winny być w miarę możności organizowane dorzeczami, co jest pierwszorzędnego znaczenia dla prowadzenia badań w terenie. Taki bowiem zakres działania komitetów nietylko umożliwia ich placówkom naukowo-badawczym uwzględnienie współdziałania ścieków spływających w różnych częściach biegu, czy nawet dorzecza danej rzeki, ale również, co jest niezmiernie ważne dla dostatecznie szerokiego wniknięcia naukowego w problem, pozwala w całej pełni zgłębić i poznać warunki fizjograficzne wód danego dorzecza, jakoteż uchwycić różnice fizjograficzne panujące w poszczególnych jego partjach.

Zasadniczo teren działalności Komitetu Poznańskiego obejmuje dorzecze Warty; dlatego z województwa kieleckiego przypadły jemu jedynie dwa powiaty (zawierciański i częstochowski), z województwa łódzkiego tylko zachodnia jego połać i całe województwo poznańskie. Województwo pomorskie, jakkolwiek leżące w dorzeczu dolnej Wisły, a więc w zupełnie odrębnym systemie wodnym, również siłą rzeczy zostało przyłączone do terenu działalności Komitetu Poznańskiego, z tego względu, że placówka naukowo-badawcza Komitetu Warszawskiego leży dość odlegle od Pomorza; natomiast placówka naukowo-badawcza Komitetu Poznańskiego, którą jest Pracownia Rybacka Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Bydgoszczy, leży na pograniczu Wielkopolski i Pomorza, dzięki czemu ma dobry dostęp do terenu wód pomorskich i może je łatwo technicznie obsługiwać. Teren działalności Komitetu Poznańskiego przedstawia załączona mapka (rys. 1).

W składzie Komitetu Poznańskiego reprezentowane są zarówno czynniki administracyjne, społeczne, jak naukowe, i to z zakresu higjeny, rybactwa, przemysłu oraz ochrony przyrody, to znaczy z wszelkich dziedzin bezpośrednio lub pośrednio zainteresowanych sprawą ochrony wód przed zanieczyszczeniem.



Rys. 1.

Zadaniem Komitetu jest koordynowanie prac prowadzonych z zakresu badania i zwalczania zanieczyszczeń wód otwartych na terenie jego działalności. Potrzebne materjały do prac Komitetu zbiera jego placówka naukowo-badawcza, poczem są one przedyskutowywane na posiedzeniach Komitetu, odbywających się dwukrotnie w roku, a wnioski praktyczne odsyłane są dla realizacji do władz odnośnych terenowo urzędów wojewódzkich, które zwracają uwagę zakładom przemysłowym na konieczność ulepszeń w urządzeniach oczyszczających. W razie potrzeby władze, opierając się na przepisach ustawy wodnej, odnoszących się do sprawy zanieczyszczeń wód, mogą wywrzeć pewien nacisk w kierunku lepszego aniżeli poprzednio oczyszczenia ścieków, a nawet w razie oporu nakazać przeprowadzenie potrzebnych usprawnień oczyszczalni. W tem miejscu podkreślić muszę bardzo dodatni objaw, jaki można obserwować na terenie działalności Komitetu Poznańskiego, objaw świadczący o zrozumieniu należytem ze strony zakładów przemysłowych znaczenia sprawy oczyszczania ścieków. Oto szereg zakładów od chwili wszczęcia przez Komitet Poznański akcji badania ścieków przemysłowych i osiedli ludzkich samorzutnie przystąpił do ulepszeń swych urządzeń oczyszczających wody ściekowe, tak, że to już poprawiło znacznie stan wód omawianego terenu. Szereg zakładów przemysłowych, po wykazaniu im nieodpowiedniego oczyszczania przez placówkę naukowo-badawczą Komitetu, przystąpił również do przeróbki i usprawnienia swoich oczyszczalni ściekowych.

Wobec bardzo rozległego terenu, na którym Komitet Poznański prowadzi swoją akcję, charakter ścieków zanieczyszczających wody jest bardzo rozmaity. Dość wspomnieć tu tylko okolice Zawiercia i Częstochowy z silnie rozwiniętemi przemysłami: żelaznym, włókienniczym, papierniczym, farbiarskim i t. d., teren Łodzi z ilością około 2 000 zakładów przemysłowych, z których ścieki częściowo spływają do dorzecza Warty (Ner i jego górne dopływy), teren Wielkopolski i Pomorza z rozlicznemi zakładami przemysłu rolniczego (cukrownie, krochmalnie i gorzelnie).

Podczas gdy z okręgu przemysłowego zawierciańsko-częstochowskiego, podobnie jak i z terenu łódzkiego, spływają ścieki o charakterze mieszanym (ścieki tak z materją organiczną, jak i nieorganiczną), z terenu Wielkopolski i Pomorza spływają ścieki z przewagą materji organicznej. Jest to następstwem tego, że te dwa województwa mają bardzo silnie rozwinięty przemysł rolny. Wspomnę, że istnieje tutaj 24 cukrowni (obecnie częściowo tylko czynnych), stanowiących 32% zakładów tego rodzaju w Polsce. Dają one prawie 54% produkcji cukru Rzeczypospolitej Polskiej. Na tym terenie mamy 68% zakładów krochmalniczych całej Polski, a jego produkcja gorzelnicza stanowi około 45% produkcji całego Państwa Polskiego. Dla wykazania bardzo znacznego zagęszczenia przemysłu rolnego na tym terenie, dodam, że Pomorze i Wielkopolska

stanowią zaledwie 11% obszaru Polski; porównanie procentu powierzchni z przytoczonemi powyżej danemi produkcji chyba najlepiej obrazuje zagęszczenie zakładów przemysłowych rolniczych i ilości ścieków przez nie wywołanych. Niebezpieczeństwo, jakie z tego tytułu grozi wodom kresów zachodnio-północnych, staje się tem jaskrawsze, skoro uprzytomnimy sobie, że np. cukrownie nie są równomiernie rozprószone po całym omawianym obszarze, ale skupiają się w 20 powiatach, niekiedy z sobą sąsiadujących, przez co tem silniej, w zwartej masie wypuszczając swoje ścieki, zanieczyszczają wody. Pomijając w tej chwili względy natury sanitarnej, chociaż bezwzględnie muszą one być wysuwane na pierwszy plan, jako mające znaczenie ogólnopaństwowe, podam, że na samym tylko obszarze Wielkopolski trzy kompleksy wód: Górnej Noteci, Gąsawki i Obry, są zagrożone pod względem rybackiej produkcji. Te trzy tereny, zagrożone rybacko, mają łączny obszar około 3 500 ha jezior i około 500 km biegu rzek.

O wiele ważniejsze są natomiast względy sanitarnej natury. Na terenie Wielkopolski i Pomorza zauważyć się daje dziwna koincydencja pomiędzy terenami silnie zagrożonemi przez ścieki przemysłu rolnego, a występowaniem duru brzusznego. Dość przytoczyć tu tylko okolice nadgoplańskie lub dorzecze Wierzycy (patrz np. artykuł Kraszewskiego »Dur brzuszny w dorzeczu Wierzycy«. *Zdrowie* tom 50 z roku 1935). Jest to następstem tego, że dostarczona przez ścieki materja organiczna staje się często w odbiorniku jakby pożywką — podłożem, na którem mogą się utrzymywać nietylko bakterje rozkładu, ale przygodnie również i bakterje chorobotwócze.

Badania ścieków w terenie oraz opracowanie ich laboratoryjne przeprowadza placówka naukowo-badawcza Komitetu. W skład personelu placówki wchodzą: biolog, chemik, bakterjolog (równocześnie konsulent sanitarny) oraz ichtjolog Jak już widać z zestawienia rodzajów fachowców stanowiących personel placówki, każdy wypadek zanieczyszczenia może być analitycznie potraktowany pod kątem widzenia różnych dyscyplin naukowych; tak samo syntetyczne opracowanie wypadku, w kierunku znaczenia jego, czy to sanitarnego, czy gospodarczego, również zawsze może być potraktowane przez specjalistów z danej dziedziny.

Pracę swoją prowadzi bydgoska placówka naukowo-badawcza od roku 1923, kiedy to poraz pierwszy Pracownia Rybacka P. I. N. G. W. przedsięwzięła badania Brdy pod Bydgoszczą w związku z przerwaniem przez istniejące tu pola irygacyjne czynności oczyszczania ścieków miejskich i wpuszczania ich nieoczyszczonych do Brdy. Następnie badania swoje prowadziła Pracownia Rybacka P. I. N. G. W. jeszcze na szeregu wód dalszych na terenie Wielkopolski, Pomorza, Śląska, a nawet Lubelszczyzny, jednak wyłącznie pod kątem widzenia działania zanieczyszczeń na interesy rybackie. Włączenie badania zanieczyszczeń rzek i jezior również i z punktu widzenia interesów sanitarnych oraz higjeny, nastąpiło dopiero w roku 1931 w lipcu, kiedy to utworzono Międzywojewódzki Komitet w Poznaniu i przydzielono mu bydgoską placówkę badawczą, równocześnie zakreślając jej w ogólnym organizacyjnym państwowym planie badań zanieczyszczeń teren jej działalności.

Pierwsze badania placówki bydgoskiej, już w oparciu o Komitet Poznański, przeprowadzono w formie tak zwanych »badań terminowych«, któremi objęto rzekę Wartę od źródeł aż do granicy Państwa pod Międzychodem, jakoteż Noteć od górnych jej jezior aż do granicy niemieckiej pod Wieleniem. Dla przeprowadzenia badań obrano szereg stałych punktów na rzekach, na których postanowiono pobierać próby kilkakrotnie w roku, ażeby otrzymać w ten sposób poniekąd roczne przekroje stanu czystości wody w tych samych miejscach. Zadaniem tych badań terminowych było pozatem wykrycie głównych ośrodków zanieczyszczeniowych na danej rzece, czy też w jej dorzeczu. Badania terminowe miały być pierwszym etapem rozwoju akcji, która zczasem, po ogólnem zbadaniu stanu zanieczyszczenia rzek, winna była przejść do drugiego etapu badania, do określenia szczegółowego działania ścieków kompleksów zakładów przemysłowych na mniejszych odcinkach rzek, czy też nawet indywidualnego badania ścieków poszczególnych fabryk. Ze względów natury finansowej, jakoteż ze względu na potrzeby »życia praktycznego« okazało się, że okres »badań terminowych« mógł trwać bardzo krótko i że w związku z tem koniecznem stało się bezpośrednie przystąpienie do prac nad stanem ścieków poszczególłnych zakadów.

Przy badaniach terenowych zakładane są stacje, częściowo dla pobrania próbek samych ścieków, częściowo dla zbadania stanu wód »czystych« powyżej ich spływu, względnie stanu zanieczyszczenia ich poniżej przez ścieki.

Przy ściekach organicznych stacje te niejednokrotnie leżą kilkadziesiąt nawet kilometrów poniżej ujścia ścieków, gdyż tam objawia się dopiero ich działanie wtórne, lub też kończy się proces samooczyszczenia.

Na każdej stacji prowadzone są następujące badania:

a) bakterjologiczne, obejmujące określenie miana coli i ogólnej ilości bakteryj;

b) chemiczne, mające na celu przeprowadzenie pełnej analizy wody, a pozatem zależnie od rodzaju przedsiębiorstwa, wykrycie szkodliwych substancyj;

c) biologiczne, określające wpływ zanieczyszczeń na florę i faunę wody odbiornika.

Przy badaniach bakterjologicznych zastosowana jest metodyka Państwowego Zakładu Higjeny, podana w publikacji p. t.: »Ujednostajnione metody bakterjologicznego badania wody« (*Medycyna Doświadczalna i Społeczna* tom XII, 1930).

Przy badaniach chemicznych w ogólnym zarysie stosowane są metody analityczne, używane również w Stacji Doświadczalnej dla oczyszczania ścieków miejskich na Kaskadzie w Warszawie.

Przy badaniach biologicznych opracowuje się organizmy denne i wolnej wody, przyczem przy organizmach planktonowych stosuje się zarówno określanie jakościowe, jak i ilościowe.

W ciągu kilku lat swej działalności placówka bydgoska opracowała mniej lub więcej szczegółowo szereg rzek, a mianowicie idąc od południa na północ: Rudę (wojew. śląskie), Wartę od źródeł w województwie kieleckiem aż pod Międzychód w Wielkopolsce, system kanałów obrzańskich łącznie z Mogilnicą i Obrą, rzeczkę Pisię z dopływami, Cybinę w okolicy Poznania, Wełnę i Wełniankę, Samę, Noteć od jeziora Bronisławskiego i jeziora Gopła po Wieleń, dolny bieg rzek Brdy i Wdy, całą rzekę Wieżycę, Wisłę pod Tczewem i Świeciem, łachy wiślane pod Toruniem oraz rzeczkę Dąbrocznię (dopływ Baryczy) od źródeł po granicę niemiecką. Zestawienie zbadanych wód podaje rys. 1.

Opracowane materjały przedstawiane są Komitetowi Poznańskiemu, który skierowuje je następnie do odpowiednich czynników, celem wydania zarządzeń dla zmniejszenia stanu zanieczyszczenia. Następstwem pracy Komitetu Poznańskiego jest ten dodatni objaw, że na szeregu wód stan zanieczyszczenia znacznie się poprawił. Oczywiście, że akcję tę należy uznać narazie jedynie za zapoczątkowaną, gdyż wiele zakładów przemysłowych jeszcze nie oczyszcza ścieków swoich w sposób zadawalający wymagania czy to higjeny ogólnej, czy gospodarstwa rybnego, czy też wreszcie postulaty innych dziedzin życia gospodarczego.

O tem, że sprawa ta nie jest zagadnieniem dotyczącem li tylko tych czynników, które są zmuszone przyjmować wody zanieczyszczone, ale również i tych czynników, które zanieczyszczenie to wywołują, to jest samych zakładów przemysłowych, świadczy fakt, że np. na terenie Częstochowy, gdzie jest duże skupienie zakładów przemysłowych, fabryki leżące poniżej w biegu rzek są niejednokrotnie zmuszone do oczyszczania wody w specjalnych, nieraz kosztownych urządzeniach, zanim przyjmą ją na teren swych zakładów do dalszego użytkowania. Interes zatem utrzymania rzek w czystości nie jest jakimś »wymysłem urojonym«, jak to się niekiedy określa błędnie, żądań z zakresu ochrony przyrody, czy innego poglądu o podłożu idealnem, ale jest problemem w najwyższym stopniu o charakterze praktycznym i żywotnym, dotyczącym całych dziedzin życia gospodarczego naszego Państwa. I dlatego praca z tego zakresu, skupiająca się na terenie poszczególnych komitetów międzywojewódzkich, powinna być otoczona nietylko ze strony czynników rządowych, ale i ze strony społeczeństwa odpowiedniem poparciem.

O ile chodzi o działalność Komitetu Poznańskiego, a mam wrażenie, że zastosować to można naogół i do innych komitetów, to dotychczas przez placówkę badawczą nie został rozwinięty jeden dział pracy, który powinien być zorganizowany i który ma dużą przyszłość, a przedewszystkiem nada pracy prowadzonej duże znaczenie; oto placówka bydgoska ogranicza się narazie tylko do wykrywania źródeł zanieczyszczenia. Nie mając jednak w składzie swego personelu odpowiedniej siły technicznej (sanitarnego technika czy specjalisty z zakresu budowy urządzeń oczyszczających), nie może niestety dotąd podawać zainteresowanym szczegółowych sposobów unieszkodliwienia ścieków. Ten dział pracy powinien być uruchomiony nietylko przy placówce naukowo-badawczej Komitetu Poznańskiego, ale i przy innych komitetach. Uruchomienie tego działu nietylko dałoby możność bezpośredniego doradztwa w kierunku zwalczania zanieczyszczeń dla poszczególnych zakładów przemysłowych, które niejednokrotnie nie orjentują się, jak sobie poradzić z zanieczyszczeniami, ale również pozwoliłoby na prowadzenie

przez ten odłam pracy pewnego rodzaju doświadczalnych badań nad metodami oczyszczania ścieków w naszych warunkach klimatycznych czy gospodarczych i stosowania otrzymanych wyników w większych rozmiarach w praktyce.

Utrzymanie rzek w czystości jest pierwszorzędnego znaczenia dla sprawy wodociągów; bardzo często bowiem wodociągi miejskie, szczególnie większych miast, są zaopatrywane w wodę rzeczną, której zanieczyszczenie może być groźne nietylko bezpośrednio dla wodociągów, ale również i pośrednio wskutek tego, że cząstki zawieszone, czy to organicznego, czy też jeszcze częściej anorganicznego pochodzenia, zabijają filtry i urządzenia pompujące. Dlatego to praca komitetów międzywojewódzkich dla ochrony rzek przed zanieczyszczeniem powinna być w stałym kontakcie z temi zakładami wodociągowemi, które czerpią wodę rzek. Tu więc na podłożu o charakterze regjonalnym poniekąd, możnaby powiedzieć, spotykają się te dwa działy pracy.

Nakoniec chciałbym specjalnie podkreślić działalność placówki naukowo-badawczej Międzywojewódzkiego Komitetu w Poznaniu, a tem samem placówek innych komitetów, na temat zbierania materjałów naukowych. Każda placówka opracowywując zebrany materjał posiada w archiwach swoich bardzo dużo danych dotyczących zmian składu chemicznego wody rzek nietylko w różnych partjach biegu, ale również odnośnie do czasu. Jest to zagadnienie bardzo ważne, które pozwala wyciągać nawet pewne wnioski na przyszłość odnośnie do dalszego rozwoju stanu zanieczyszczenia rzek, jakoteż co do możliwości znalezienia ogólnych dróg do zmniejszenia ujemnego wpływu ścieków. Pozatem placówki te zbierają bardzo duży materjał naukowy do stosunków fizjograficznych rzek polskich, szczególnie z zakresu hydroflory i hydrofauny; wobec połączenia badań biologicznych stale z badaniami chemicznemi, zbiera się bardzo duży materjał do opracowania rewizji analizy biologicznej i do dostosowania jej do warunków fizjograficznych wód polskich.

Podział referatów

na XVII-ym Zjeździe Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i w Inowrocławiu.

Środa 26 czerwca:

Godz. 10. Posiedzenie plenarne.

1. Inż. Bronisław Klimczak: »75-lecie Gazowni Miejskiej w Bydgoszczy«.
2. Inż. Edward Tubielewicz: »Zaopatrywanie w wodę i usuwanie wód zanieczyszczonych i opadowych w Bydgoszczy«.
3. Dyr. W. Adamiecki: »Gospodarcze i społeczne znaczenie organizacji służby bezpieczeństwa i higjeny pracy w zakładach przemysłowych«.
4. Red. K. Fiedler: »Bydgoszcz wczoraj i dziś«.

Godz. 16÷19. Sekcja I Gazu Sztucznego i II Ziemnego.

5. Inż. Mieczysław Seifert: »Nowe drogi w taryfikacji gazu«.
6. Inż. Antoni Dziurzyński: »Wyniki praktycznych poznańskich prób wytwarzania gazu mieszanego w wielkich poziomych komorach«.
7. Inż. Jan Krzyżkiewicz: »Znaczenie przemysłu destylacji węgla kamiennego dla gospodarki krajowej i obrony Państwa«.
8. Inż. Jan Wyżnikiewicz: »Obrona Państwa jako czynnik propagandy i usprawnienia gazownictwa«.
9. Jan Szupryczyński: »Usprawnienie średnich gazowni«.
10. Doc. Dr Inż. Józef Dubois: »Badanie niektórych polskich węgli gazowniczych«.

Godz. 16÷19. Sekcja III Wodociągowo-Kanalizacyjna.

11. Inż. Alfred Konopka: »Zagadnienie wodociągów i kanalizacji w planach regjonalnych«.
12. Inż. Ignacy Piotrowski: »Projekt norm polskich badania pomp odśrodkowych«.
13. Inż. Wacław Popielski: »O normalizacji wodomierzy«.
14. Inż. Włodzimierz Ałtuchow: »Czterdzieści cztery lata stosowania wodociągowej taryfy różniczkowej«.

Godz. 16÷19. Sekcja IV Techniczno-Sanitarna.

15. Dr Włodzimierz Kulmatycki: »O pracy Międzywojewódzkiego Komitetu Ochrony rzek przed zanieczyszczeniem w Poznaniu z zakresu badania i zwalczania zanieczyszczeń rzek i wód otwartych«.
16. Gen. Inż. Eugenjusz Kątkowski: »O odkażaniu wody dla wodociągów miejskich«.
17. Inż. Jan Just i inż. Aleksander Szniolis: »Bakterjobójcze własności srebra i jego zastosowanie do dezynfekcji wody«.
18. Dr Edward Soboczyński: »Szpital miejski w Bydgoszczy«.

Czwartek 27 czerwca:

Godz. 8÷12. Połączone Sekcje: I Gazu Sztucznego, II Gazu Ziemnego i III Wodociągowo-Kanalizacyjna.

19. Inż. Ignacy Piotrowski: »Sprawozdanie Komisji Korozji Rur«.
20. Inż. Tadeusz Kielanowski: »O nagryzających własnościach wód wodociągowych«.
21. Inż. Ignacy Banaszek: »Podstawy racjonalnej gospodarki materjałowej«.
22. Prof. Inż. Jerzy Buzek: »Uzasadnienie konieczności znormalizowania grubości ścianek rur walcowanych, przeznaczonych do przewodów wody i gazu, ułożonych w ziemi«.
23. Inż. Bogdan Łazoryk: »Korozja a materjał rur w instalacjach i połączeniach domowych«.
24. Inż. Włodzimierz Zagrodzki: »Stosowanie rur stalowych, kielichowych w nowoczesnem budownictwie rurociągów do wody i gazu«.
25. Dr Inż. Henryk Unucka: »Produkcja rur z punktu widzenia technologicznego i korozji«.

Godz. 8÷12. Sekcja IV Techniczno-Sanitarna.

26. Inż. Aleksander Szniolis: »Dezynfekcja wody w pływalniach«.
27. Inż. Bogdan Łazoryk: »Metody i wyniki oczyszczania wody w basenach kąpielowych«.
28. Inż. Mag. Zygmunt Rudolf: »Tezy do projektu ustawy o usuwaniu śmieci w miastach«.

Godz. 17÷20. Sekcja I Gazu Sztucznego i II Gazu Ziemnego.

29. Dr Inż. Jarosław Doliński: »Oczyszczanie benzolu motorowego w Krakowskiej Gazowni Miejskiej«.
30. Inż. Stefan Sulimirski: »Z prac Instytutu Gazowego we Lwowie«.
31. Inż. Jerzy Gigiel: »Wytyczne dla budowy dalekosiężnych gazociągów w Polsce«.
32. Inż. Bronisław Klimczak: »Organizacja w gazowniach«.

Godz. 17÷20. Połączone Sekcje: III Wodociągowo-Kanalizacyjna i Techniczno-Sanitarna.

33. Inż. Włodzimierz Skoraszewski: »Beton i kamionka w kanalizacji«.
34. Leon Jańczak: »Przemysł kamionkowy w Polsce«.
35. Inż. Mag. Zygmunt Rudolf: »Zagadnienie przełożenia kosztów urządzenia wodociągów i kanalizacji«.

Piątek 28 czerwca:

Godz. 9÷11. Podczas zwiedzania Solanek w Inowrocławiu.

36. Dr Stanisław Sroczyński: »Inowrocław - Zdrój, jego urządzenia kąpielowe i wodolecznicze«.

Godz. 11÷12. Połączone Sekcje I, II, III i IV.

37. Inż. Karol Trompéteur: »Gazownia Inowrocławska w ostatniem 10-leciu«.
38. Edmund Grześkowiak i inż. Karol Trompéteur: »Wodociągi Inowrocławskie«.

Godz. 16÷19. Zebranie plenarne wraz ze Związkiem Uzdrowisk Polskich.

39. Inż. Mag. Zygmunt Rudolf: »Praca inżyniera w urbanistyce«.

Pokaz usuwania z gazu naftalenu.

W czasie XVII Zjazdu G. i W. P. odbędzie się w Gazowni Bydgoskiej pokaz usuwania z gazu naftalenu zapomocą Denoxolu-Solve, urządzony staraniem producentki Denoxolu Firmy »Galicja« S. A.

Czcionkami Drukarni Związkowej w Krakowie, ulica Mikołajska L. 13 pod zarządem J. Dziubanowskiego.